

Kjennetegn på kritisk tenkning hos elever i et utforskende eksperiment i fysikk

Lars Broby Foss & Jonas Andre Brandsøy



Integrert Lektorutdanning i Fysikk og Matematikk

Institutt for Fysikk og Teknologi

Universitetet i Bergen

Vår 2021

Sammendrag

I Fagfornyelsen står det at «fysikk skal bidra til at elevene utvikler en vitenskapelig og kritisk tenkemåte, og til at de får muligheten til å reflektere over hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikles» (Utdanningsdirektoratet, 2021). Flere studier peker på at utforskende og eksperimentelt arbeid i undervisningen vil være effektivt for elevenes tilegnelse og utvikling av kritisk tenkning (Wass et al., 2011; Hand et al., 2018; Chase et al., 2016; Stephenson & Sadler-Mcknight, 2016; Foster & Lemus, 2015; Gupta et al., 2015; Eren & Akinoglu, 2013; Herreid, 2004; Quitadamo et al., 2008). Derfor vil denne oppgaven undersøke hva som kjennetegner kritisk tenkning hos elevene i et utforskende eksperimentelt arbeid.

Vi utviklet et kategorisystem for å se på innspill som kan ses i sammenheng med kritisk tenkning. Dette bygger på Dewey (1910) sine fem dimensjoner i en reflekterende tankeprosess, og Duschl (2003) sine fire praksiser for utforskende problemløsning. Kategorisystemet ble brukt til å analysere innholdet i transkripsjoner fra videomaterialet vi skaffet fra en Fysikk 2 klasse. De kvalitative innholdsanalysene ble så brukt til å karakterisere funn, og til diskusjon om hva som kjennetegner elevenes kritiske tenkning.

Innholdsanalysen viste oss at kritisk tenkning kunne kjennetegnes i elevenes innspill og samtaler på flere måter. Vi så at elevene sammen vurderte og spilte på hverandres forslag underveis i et utforskende eksperimentelt arbeid. Dette mener vi kan karakteriseres som en form for kollektiv praktisering av kritisk tenkning. I samtaler hvor elevene implisitt vurderte og testet forslag som kom frem, definerte vi som registrerings- og begrunningsfokuserede samtaler. Vi mener at disse samtalene kunne relateres til kritisk tenking, i den forstand at elevene implisitt vurderte situasjonene som ferdig utforsket. Vi så også samtaler hvor elevene eksplisitt begrunnet og vurderte forslag som kom frem i en eksperimentell fase. Dette har vi kalt for en fullstendig kritisk tankegang, ettersom de eksplisitt var innom alle av Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning. De samtalene hvor elevene brukte og vurderte informasjon fra alle de eksperimentelle fasene, for å kunne gi forslag til hovedutfordringen i eksperimentet, har vi kalt for en helhetlig kritisk tenkning.

Forord

I arbeidet med denne masteroppgaven har vi blitt godt kjent med hvordan fysikkelever snakker sammen i et utforskende arbeid. Vi har lært mye om hvordan man som lærer kan se kjennetegn på kritisk tenkning hos elevene. Det vi håper er at funnene i denne masteroppgaven kan hjelpe oss selv, og andre lærere, til å forstå og utvikle elevenes evne til å tenke kritisk. Vi ser på denne evnen som svært viktig, ikke bare på skolen, men også generelt i livet. For oss som lærere er det å forberede elevene på livet videre en av de viktigste oppgavene vi har. Derfor har vi valgt å dypdykke i temaet kritisk tenkning.

Vi vil gjerne rette en takk til vår fantastiske veileder, Stein Dankert Kolstø. Han har vært en stor støttespiller og inspirasjon både med masterarbeidet og i studiet generelt. Vi vil også rette en takk til skolen, læreren og klassen vi hospiterte hos. Uten deres hjelp hadde vi ikke fått det nødvendige detaljerte innblikket i hvordan fysikkelever tenker. Vi vil også takke hverandre for en god innsats i arbeidet. Vi har støttet og motivert hverandre både når arbeidet har vært krevende og tilfredsstillende. Til slutt vil vi rette en takk til alle våre medstudenter på lektorutdanningen, som har gitt oss en fantastisk studietid de siste fem årene.

Lars Broby Foss & Jonas Andre Brandsøy

Universitetet i Bergen, mai 2021

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	2
Forord	3
1.0 Innledning.....	7
1.1 Faglig innramming for kritisk tenkning i fysikkfaget	7
1.2 Motivasjon	7
1.3 Forskningsspørsmål	8
2.0 Teori	9
2.1 Hva er kritisk tenkning?	10
2.2 Dewey sine fem analytiske steg i en reflekterende tankeprosess	12
2.2.1 En følt utfordring	12
2.2.2 Utfordringens definisjonsområde.....	13
2.2.3 Forslag til mulig løsning	13
2.2.4 Utvikling av forslag i form av begrunnelser	14
2.2.5 Bekreftelser eller vurderinger av et forslag som kan gi grunnlag til en konklusjon	14
2.2.6 Dewey sine fem dimensjoner som et rammeverk for å karakterisere kritisk tenkning	14
2.2.7 Relevans for analysen - karakterisering av elevers kritiske tenkning.....	15
2.3 Kritisk tenkning i et sosialt fellesskap	16
2.3.1 Kritisk tenkning som en utforskende praksis i et fellesskap.....	17
2.3.2 Relevans for analysen - kritisk tenkning i et utforskende fellesskap	18
2.4 Fire praksiser innenfor utforskende vitenskapelig problemløsning	18
2.4.1 Et rammeverk for problemløsning i utforskende arbeid	19
2.4.2 Duschl sitt rammeverk knyttet til kritisk tenkning	19
2.4.3 Relevans for analysen – kartlegging av kritisk tenkning i ulike faser	20
2.5 Rammer og støttestrukturer for å hjelpe elever til å anvende kritisk tenkning.....	20
3.0 Metode.....	21

3.1 Utvalg	21
3.2 Analyse	22
3.2.1 Kvalitativ innholdsanalyse som analyseverktøy	22
3.2.2 Transkribering	23
3.2.3 En prosess til et ferdigstilt kategorisystem	23
3.2.4 Koding og søken etter funn	30
3.3 En utforskende oppgave	32
3.3.1 El-motoren	34
3.3.2 Selve oppgaven	35
3.3.3 Støttestrukturer og rammer til elevene i det utforskende arbeidet	37
3.4 Validitet, reliabilitet, generaliserbarhet og etikk	40
3.4.1 Validitet	40
3.4.2 Reliabilitet	41
3.4.3 Generaliserbarhet	44
3.4.4 Etikk	45
4.0 Resultater	47
4.1 Resulterende kategorier for analysen	47
4.1.1 Dimensjoner innenfor kritisk tenkning i eksperimentoppsettsfasen (E)	47
4.1.2 Dimensjoner innenfor kritisk tenkning i observasjonsfasen (O)	49
4.1.3 Dimensjoner innenfor kritisk tenkning i mønsterfasen (M)	50
4.1.4 Dimensjoner innenfor kritisk tenkning i årsaksfasen (Å)	51
4.1.5 En oversikt over dimensjoner innenfor kritisk tenkning i de fire fasene	52
4.2 En oversikt over antall koder i hver kategori	54
4.2.1 En kort oppsummering av antall koder i hver kategori	57
4.3 Funn av kritisk tenking i samtaler mellom elevene	58
4.3.1 Samtaler hvor elevene har diskusjoner innenfor detaljdimensjonen (2) og forslagdimensjonen (3)	58

4.3.2 Samtaler som inneholder dimensjonene utfordringer (1), detaljorientering (2), forslag (3), forklaringer (4) og vurderinger (5).....	68
4.3.3 Samtaler hvor elevene har diskusjoner der alle de ulike fasene samspiller.....	78
5.0 Diskusjon.....	83
5.1 En oppsummering og karakterisering av kritisk tenkning i våre funn	83
5.1.1 Elever som praktiserer kritisk tenkning i en kollektiv prosess	84
5.1.2 Karakterisering av kritisk tenkning i samtaler om eksperimentoppsett.....	84
5.1.3 Karakterisering av kritisk tenkning i samtaler om observasjoner.....	85
5.1.4 Karakterisering av kritisk tenkning i samtaler om mønstre	86
5.1.5 Karakterisering av kritisk tenkning i samtaler om årsaker	87
5.1.6 Karakterisering av kritisk tenkning i samtaler som samspiller mellom alle fasene.	88
5.2 En kollektivt praktiserende kritisk tankegang i lys av Bailin og Battersby.....	89
5.3 Samtaler i lys av Dewey sine dimensjoner innenfor kritisk tenkning	90
5.3.1 Registreringsfokuserede samtaler i lys av Dewey	91
5.3.2 Begrunningsfokuserede samtaler i lys av Dewey.....	92
5.3.3 Samtaler som viser eksplisitt en fullstendig kritisk tankegang i lys av Dewey	92
5.4 Kritisk tenkning i samtaler med samspill mellom Duschl sine fire faser	94
5.5 Styrker og svakheter	95
5.6 Mulige konsekvenser og veien videre for fysikkundervisning.....	97
6.0 Konklusjon	99
Referanser.....	102
Vedlegg	106

1.0 Innledning

1.1 Faglig innramming for kritisk tenkning i fysikkfaget

Denne masteroppgaven vil undersøke hva som kjennetegner kritisk tenkning hos elevene i fysikkfaget. Den nye læreplanen i fysikk i Fagfornyelsen peker på at «Fysikk skal bidra til at elevene utvikler en vitenskapelig og kritisk tenkemåte, og til at de får muligheten til å reflektere over hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikles» (Utdanningsdirektoratet, 2021). I opplæringslova står det at «Elevane og lærlingane skal lære å tenkje kritisk og handle etisk og miljøbevisst. Dei skal ha medansvar og medverknad» (Opplæringslova, 1998, § 1-1). Disse to sitatene viser oss at kritisk tenkning har fått en stor plass i læreplandokumenter for norsk skole, spesielt etter at Fagfornyelsen ble innført. For å kunne innføre kritisk tenkning som en tydelig del av fysikkfaget, kan det være fordelaktig å undersøke hva som kjennetegner kritisk tenkning hos elevene. Når lærer er kjent med hvordan elevene tenker, reflekter og vurderer kan det bli lettere å tilrettelegge for undervisning som fremmer kritisk tenkning. Videre sier Fagfornyelsen at «Faget skal gi elevene rom til undring, og fagets utforskende og eksperimentelle natur skal legge til rette for at elevene får utfolde nysgjerrighet, skaperglede og engasjement» (Utdanningsdirektoratet, 2021). I tillegg til å utvikle interesse for fysikkfaget betyr dette at utforskning og eksperimenter skal gi elevene grunnlag til å forstå naturvitenskapelig metode. Vi mener derfor at det er nyttig å undersøke elevenes kritiske tenkning i et utforskende eksperimentelt arbeid. I tillegg tror vi at denne typen undervisning er en god arena for å utvikle, lære mer om og teste elevens kritiske tenkning. Dette støttes av tidligere forskning som viser at bruk av utforskende og eksperimentelt arbeid i undervisningen vil være effektiv for elevenes tilegnelse og utvikling av kritisk tenkning. (Wass et al., 2011; Hand et al., 2018; Chase et al., 2016; Stephenson & Sadler-Mcknight, 2016; Foster & Lemus, 2015; Gupta et al., 2015; Eren & Akinoglu, 2013; Herreid, 2004; Quitadamo et al., 2008). Angell et al. (2019) sier at utforskende arbeidsmåter utvikler elevenes innsikt i naturvitenskapelig metode. Denne innsikten får de gjennom refleksjon i den utforskende prosessen samtidig som elevene vil oppnå solid kunnskap gjennom å anvende kritisk tenkning.

1.2 Motivasjon

Vi mener det er viktig at elevene er i stand til å stille seg kritisk og vurderende til den store tilgangen på informasjon i dagens samfunn. Scheie et al. (2018) sier at dagens

samfunnsutvikling preges av et større mangfold, globalisering og en stor økning i antall nyheter som dukker opp i et voksende antall ulike medier. De mener derfor at denne samfunnsutviklingen gir oss et behov for kunne gjøre kritiske vurderinger og håndtere ulike problemstillinger i jobbsammenheng, samfunnet og privatlivet. Scheie et al. (2018) mener at skolen er en arena som kan bidra til at elever blir mer aktive kritiske tenkere i den verden vi lever i, nå og i fremtiden. Vi vil derfor bruke en undervisningssituasjon i skolen til å undersøke kjennetegn ved elevenes kritiske tenkning.

I følge Angell et al. (2019) lærer elevene kritisk tenkning gjennom en utforskende praksis. Derfor mener de at læreren trenger god innsikt i vitenskapelig tenke og arbeidsmåte. Grunnen til dette er at elevene skal kunne forstå og anvende teoretiske kunnskaper om vitenskapelige praksiser og tenkemåter. De mener også disse kunnskapene muliggjør kritisk tenkning hos elevene. Vi mener derfor at lærere bør ha kjennskap til hva som kjennetegner elevers kritiske tenkning, noe som er grunnlaget for denne masteroppgaven.

Vi har også erfart at elever som arbeider med utforskende oppgaver blir mer engasjert i skolearbeidet enn om de arbeider med tradisjonell kunnskapstilegnelse. Vi tror at om elevene lærer seg å mestre kritisk tenkning generelt i skolegangen, vil dette gi elevene en rikere opplevelse av hva skolen har å tilby dem. Vi håper at elevene da i større grad klarer å trekke linjer mellom det de lærer på skolen og det som venter dem i det virkelige liv. Dette er også en grunn til å undersøke nærmere hva som kjennetegner elevene kritiske tenkning, og diskutere hvilke tiltak man som lærer kan gjøre for at elevene skal anvende kritisk tenkning i undervisningen.

Det finnes mye litteratur på hva som kjennetegner kritisk tenkning, og hvordan kritisk tenkning utarter deg i de ulike fagdisiplinene. Derimot ser vi et behov for å gå mer i dybden på samtale mellom elever som jobber med eksperimentarbeid, og bruke eksisterende teori til å finne og karakterisere kjennetegn på elevenes kritiske tenkning i denne typen utforskende arbeid. Derfor vil denne masteroppgaven undersøke nettopp disse kjennetegnene.

1.3 Forskningsspørsmål

Kritisk tenkning blir lagt stor vekt på i Fagfornyelsen. Dessuten kan elever som tenker kritisk bli godt rustet til å reflektere i fysikkfaget, og kan også bli kjent med naturvitenskapelig metode. I fysikkfaget kan eksperimentarbeid være en god arena for elevene å utvikle kompetanse

innenfor kritisk tenkning og naturvitenskapelig metode. Vi mener derfor at det er viktig at lærere får best mulig innsikt i hvordan elevene tenker kritisk i eksperimentelle undervisningssituasjoner. I vår masteroppgaven skal derfor elevene arbeide med en utforskende eksperimentell oppgave om hvilke komponenter av en el-motor som påvirker dens rotasjonsfart. Dette kan gi læreren et bedre grunnlag for å vurdere muligheter og metoder for å utvikle elevenes kritiske tenkning. Derfor vil forskningsspørsmålet som masteroppgaven skal undersøke nærmere være; «Hva kjennetegner elevenes kritiske tenkning i et utforskende eksperimentelt arbeid?» I tillegg vil vi diskutere hvilke tiltak en lærer kan gjøre for å legge til rette for at elevene skal kunne ta i bruk kritisk tenkning.

Forskningen vår har basert seg på en egendesignet oppgave som er passende til eksperimentell utforskning. Vi har hentet inn videomateriale fra en fysikk 2 klasse, og transkribert samtale mellom to av elevgruppene i denne klassen. Disse transkripsjonene ble deretter analysert ved bruk av en kvalitativ innholdsanalyse. Denne analysen baserte seg på et kategorisystem som slo sammen teori om utforskning og kritisk tenkning fra henholdsvis Duschl (2003) og Dewey (1910). I tillegg så vi på samtale i lys av Bailin og Batterby (2016) sin teori om kritisk tenkning i et sosialt fellesskap. Analysen ble brukt til å diskutere forskningsspørsmålet som ble presentert i forrige avsnitt, «Hva kjennetegner elevenes kritiske tenkning i et utforskende eksperimentelt arbeid?».

2.0 Teori

I dette kapitlet vil det teoretiske rammeverket for masteroppgaven bli presentert. Disse teoriene ga oss grunnlag for å utarbeide kategorisystemet som ble brukt til å gjøre en innholdsanalyse av datamaterialet. Det teoretiske rammeverket baserer seg på ulike teorier knyttet til kritisk tenkning. Først vil ulike definisjoner av kritisk tenkning bli presentert. Deretter vil Dewey (1910) sine fem analytiske steg for en reflektert tankeprosess bli gjennomgått, for så å bli knyttet opp mot kritisk tenkning. Videre vil kapitlet ta for seg kritisk tenkning som et fellesskap i lys av Bailin og Battersby (2016). Grunnen til dette er at vår masteroppgave baserer seg på et utforskende eksperimentelt arbeid i grupper hvor flere elever diskuterer sammen. Til slutt blir kritisk tenkning knyttet opp mot et rammeverk for problemløsning i eksperimentelt utforskende arbeid i lys av Duschl (2003).

2.1 Hva er kritisk tenkning?

For å kunne kartlegge elevenes kritiske tenkning var det nødvendig å definere hva kritisk tenkning er kjennetegnet av. Abrami et al. (2008) mener at kritisk tenkning i tillegg til å ta for seg tenkning rundt kjente disipliner som matematikk, historie, og vitenskap, også inkluderer tenkning knyttet til sosiale, politiske og etiske utfordringer man møter på i hverdagen. I tillegg til å være viktig for ulike fagdisipliner i skolegangen, er kritisk tenkning også viktig for hvordan man skal bli et reflekterende menneske i hverdagen. Facione (1990, sitert i Abrami et. al., 2008) definerer kritisk tenkning som en meningsfull og selvregulerende prosess, som leder til en vurdering av et synspunkt eller forslag. Facione (1990, sitert i Abrami et. al., 2008) mener at dette gjøres ved å tolke, analysere, evaluere og å trekke slutninger. I tillegg til dette skal en kritisk tenker kunne forklare beviser som dukker opp, stå til rette for metoden som er brukt underveis, og gjøre rede for betingelsene som ligger til grunn for vurderingen. Ifølge Facione (1990, sitert i Abrami et al. 2008) skal en kritisk tenker ha vaner som gjør at han eller hun er godt informert, gir troverdige argumenter, er åpen for nye ideer, er rettferdig ovenfor andres synspunkter, kan stå inne for personlig bias og er villig til å endre meninger. Det er også viktig at en kritisk tenker søker etter løsninger som ligger innenfor konteksten hvor utforskningen skjer.

Facione (2015) mener også at man må ha noen spesielle ferdigheter for å kunne bli betegnet som en kritisk tenker. En av disse ferdighetene er å kunne tolke situasjoner, data, meninger, regler eller prosedyrer i lys av den utfordringen man befinner seg i, slik at de gir mening knyttet til denne utfordringen. En annen ferdighet Facione (2015) trekker frem er det å kunne analysere. Med dette menes det å kunne identifisere, og skille mellom, de faktiske sammenhengene som finnes i ulike typer påstander, konsepter, funn og andre faktorer som dukker opp i et utforskende arbeid. En tredje ferdighet en kritisk tenker må kunne er å evaluere. Med dette menes det å finne ut om argumenter og begrunnelser faktisk er troverdige. En fjerde ferdighet er det å kunne trekke slutninger. En kritisk tenker må kunne identifisere elementene som brukes til å trekke troverdige konklusjoner. En femte ferdighet er å kunne forklare, altså at en kritisk tenker er god på å kunne presentere sine kritiske analyser og argumenter på en meningsfull måte. I dette ligger det at man skal kunne gi andre full innsikt i hva som ligger til grunn for de begrunnelsene og påstandene man gir. Den siste ferdigheten Facione (2015) nevner er det å kunne være selvregulerende. Med dette menes det at man både må vurdere sin egen kritiske tenkning i den utforskende prosessen, og vurdere de resultatene man får underveis. Et eksempel på

selvregulering er å kunne vurdere påvirkningen som egen subjektivitet eller bias har på refleksjoner knyttet til utfordringen de står ovenfor.

Facione (2015) sier at det er viktig å lære mennesker disse ferdighetene slik at de kan bidra til et bedre samfunn ved å gjøre reflekterte valg heller enn å være en byrde for samfunnet. Med dette mener han at det er viktig at alle mennesker er i stand til å vurdere informasjon, meninger og holdninger de møter på i løpet av livet. Vi ser at Facione (2015) sin definisjon av kritisk tenkning baserer seg på at man analyserer og vurderer andres ferdigstilte produkter med bruk av ferdighetene han nevner.

Moon (2008) mener at kjernen av kritisk tenkning er å evaluere evidens. På denne måten kan hennes mening sammenliknes med Facione (2015), i den forstand at de begge baserer kritisk tenkning på vurdering av ett ferdigstilt produkt. Hun mener at kritisk tenkning kan uttrykkes som handlinger, tale og gjennom skriftlig arbeid. Gjennom disse uttrykkene mener Moon (2008) at en kritisk tenker må beherske ulike tankevirksomheter som å vurdere kritisk, evaluere, reflektere og å søke forståelse. Ved hjelp av disse tankevirksomheten er målet til en kritisk tenker å frembringe ny kunnskap basert på eksisterende kunnskap og ideer. Moon (2008) mener med det at kritisk tenkning er et virkemiddel for å manipulere kunnskap.

Oppsummert kan en kritisk tenker kjennetegnes ved å ha noen spesifikke ferdigheter som knyttes til fornuft, åpenhet og refleksjon. En kritisk tenker setter seg et mål om å finne ut av noe spesifikt og bruker åpen utforskning til å nå målet. Denne utforskende prosessen må inneholde gode tolkninger og analyser. I tillegg vil en kritisk tenker være flink til å trekke slutninger og evaluere de funnene han eller hun gjør. Det er også viktig å kunne forklare sine tanker til andre på en måte som gjør at et hele situasjonen blir belyst. I tillegg må den kritiske tenkeren klarer å regulere og vurdere sine egne refleksjoner og tanker. Definisjonene i dette delkapittelet tar med andre ord i hovedsak for seg hvordan man som kritisk tenker skal analysere og vurdere allerede eksisterende kunnskap. Som sagt merker vi oss at Facione (2015), sammen med Moon (2008), definerer kritisk tenkning som at man tar for seg hvordan man skal vurdere andres arbeid. Derimot har de ikke fokusert på hvordan man skal anvende kritisk tenkning i situasjoner hvor man selv utforsker en utfordring som trenger svar. I vår analyse skal vi se på innspill fra elever som nettopp gjør dette. Derfor brukte vi Dewey (1910) sine tanker om hvordan man praktiserer kritisk tenkning gjennom fem analytiske steg. Disse blir beskrevet i neste del-kapittel.

2.2 Dewey sine fem analytiske steg i en reflekterende tankeprosess

Dewey (1910) har utarbeidet fem analytiske steg som han kaller for «complete act of thought». Dette har vi valgt å kalle for Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning, fordi de beskriver en reflekterende prosess som knyttes til kritisk tenkning. Disse dimensjonene kan knyttes til «constructive thinking» hvor Hitchcock (2020) sier at målet er å løse problemer, heller enn å vurdere eksisterende intellektuelle produkter. Dette kan knyttes tett opp mot de fem dimensjonene innenfor kritisk tenkning til Dewey (1910) siden de handler om hvordan man går frem for å løse utfordringer, og ikke hvordan man skal vurdere et eksisterende produkt. Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning viser til hva som karakteriserer en tankeprosess, som kan istandsette elevene til å ta en vurdering av utfordringer som utforskes. Videre sier Dewey (1910) at det trente sinn avgjør hvilken dimensjon som må tas i bruk i enhver situasjon. Man må se an situasjonen og konteksten når denne avgjørelsen finner sted. Videre sier han at det trente sinn tar til seg observasjoner, former forslag til løsninger, begrunner, og tester forslagene empirisk i enhver hendelse. Vi har oversatt Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning slik:

1. En følt utfordring
2. Utfordringens definisjonsområde
3. Forslag til mulig løsning
4. Utvikling av forslag i form av begrunnelser
5. Bekreftelse eller vurderinger av forslag som kan gi grunnlag til en konklusjon

2.2.1 En følt utfordring

Dewey (1910) deler den første dimensjonen inn i tre typer situasjoner hvor man kan oppleve en utfordring. To av disse situasjonene kan karakteriseres ved at man har tilstrekkelig kunnskap til å gi et forslag til mulig løsning av utfordringen man møter på. Den siste situasjonstypen oppleves som en dissonans mellom forkunnskaper og observasjoner, og krever derfor mer utforskning. Den første situasjonen karakteriseres av at mulige forslag til løsninger ikke harmoniserer med utfordringens kompleksitet. Den andre situasjonen handler om at

utfordringen oppleves ved vanskeligheter i å identifisere detaljer til utfordringen, og hva disse skal brukes til for å komme til en løsning. Den siste situasjonen handler om at en følt utfordring oppstår på grunn av en uforventet hendelse som krever mer utforskning for å kunne bli avklart (Dewey, 1910). Alle disse retningene initierer refleksjonsprosesser hos de som opplever utfordringene.

2.2.2 Utfordringens definisjonsområde

Etter en opplevd utfordring mener Dewey (1910) at det er nødvendig å ettersøke ytterlige observasjoner i situasjonen, som kan tenkes å belyse hva problemet kan være eller tydeliggjøre karakteren av problemet. Den andre av Dewey (1910) sine dimensjoner innenfor kritisk tenkning handler om nettopp denne søken etter hva som belyser den opplevde utfordringen. Dette for å tydeliggjøre utfordringens kontekst. I tillegg vil det kunne gi tilstrekkelig bakgrunn for å kunne utvikle relevante forslag til løsninger. Man kan si at den første dimensjonen, og den andre dimensjonen til Dewey (1910), går hånd i hånd i. Dette ved at man først føler en utfordring, for så å søke etter og tydeliggjøre utfordringens karakter. Dewey (1910) hevder at forskjellen på om en slutning har basert seg på kritisk tenkning eller tilfeldige gjetninger, avhenger av om denne søken etter detaljer som kontekstualiserer utfordringen henholdsvis finner sted eller ikke. Dewey (1910) hevder også at en av de vesentlige egenskapene til kritisk tenkning er å bestemme utfordringens natur før man legger frem en løsning.

2.2.3 Forslag til mulig løsning

Den tredje dimensjonen handler om at et forslag til mulig løsning utvikles spontant som svar på utfordringssituasjonen. Dewey (1910) hevder at forslag til løsninger står sentralt når man skal trekke slutninger, og at det involverer at man går fra en konkret utfordring til et forslag til løsning som går utover det observerte. På denne måten mener Dewey (1910) at forslag kan beskrives som spekulasjoner man ikke kan redegjøre for der og da. Det er med andre ord bare et forslag til hva en mulig løsning av utfordringen kan være, altså en hypotese som kan gi et tentativt svar på utfordringen. Dewey (1910) hevder at dyrkingen av varierte og alternative forslag er en viktig egenskap man må ha for å være en god tenker. I denne sammenhengen betyr det å lete seg frem til det som kan være beste forslaget til en mulig løsning på utfordringen.

2.2.4 Utvikling av forslag i form av begrunnelser

Dewey (1910) hevder at prosessen i å utvikle forslag kan kalles for begrunnelser. Et forslag kan være utviklet med utgangspunkt i fakta, og disse kan være med på å begrunne forslaget. Med andre ord vil begrunnelser utvikles ut ifra et spontant forslag. Disse begrunnelsene bygger på observasjoner og forkunnskaper i situasjonene, og kan videreutvikle og forbedre forslagene. Gjennom disse begrunnelsene kan man derfor komme frem til relevante forslag, som videre er klare til å vurderes gjennom testing. Disse begrunnelsene legger grunnlag for den fjerde dimensjonen til Dewey (1910), og fremhever de ulike grunnene til at forslagene er relevante for utfordringen.

2.2.5 Bekreftelser eller vurderinger av et forslag som kan gi grunnlag til en konklusjon

Den femte dimensjonen handler om å bruke ny empiri eller informasjon til å bekrefte eller vurdere forslaget til løsning på utfordringen man står ovenfor. Begrunnelsene fra forrige dimensjon kan hjelpe til å gi et relevant forslag, men så lenge dette ikke blir empirisk bekreftet eller vurdert, er det bare en tentativ induktiv slutning som holder stand til ny empiri viser noe annet. Noen ganger holder det å gjøre flere observasjoner for å kunne verifisere et forslag, men av og til kreves det videre utforskning ved bruk av testing. Dersom de empiriske resultatene stemmer overens med teori eller logiske forslag, og dersom betingelsene gitt i forslaget er de eneste som gir slike resultater, er bekreftelsen såpass sterk at forslaget kan utlede en tentativ konklusjon. Denne konklusjonen er gjeldende inntil motsigelser av forslaget fremkommer (Dewey, 1910).

2.2.6 Dewey sine fem dimensjoner som et rammeverk for å karakterisere kritisk tenkning

Hvordan kan Dewey (1910) sine fem dimensjoner brukes til å karakterisere elevenes kritiske tenkning? Som sagt i kapittel 2.1, hevder Facione (2015) at den kritiske tenker må kunne tolke situasjoner, data, meninger, regler eller prosedyrer i lys av utfordringen man møter. Dette for å klargjøre sin egen forståelse av kontekst slik at tolkningene gir mening i forhold til utfordringen man møter på. Dette kan tett knyttes opp mot den andre av Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning, hvor man kontekstualiserer utfordringen før man legger frem en løsning på problemet.

I kapittel 2.1, hevder Abrami et. al. (2008) at en kritisk tenker må ha holdninger som kjennetegnes av å være åpen for nye ideer, være rettferdig ovenfor andres synspunkter, kunne stå inne for personlig bias og være villig til å endre meninger. Dette kan også knyttes tett opp mot Dewey (1910) sin tredje dimensjon innenfor kritisk tenkning, hvor man kommer med mulig forslag til løsning av utfordringen man opplever. Her nevner Dewey (1910) blant annet at det er viktig at alternative og varierte forslag strekker til, for at man til slutt skal kunne komme frem til et legitimt forslag. Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning forklarer derimot ikke hvilke vaner man må ha for at alternative og varierte forslag løftes frem. I kapittel 2.1 sier Facione (1990, sitert i Abrami et al., 2008) at en kritisk tenker skal ha vaner som er åpen for nye ideer, rettferdig overfor andres synspunkter, og villig til å endre meninger. Ved å ha slike vaner kan det tenkes at andre alternative og varierte forslag strekker til.

Videre kan alle de fem dimensjonene til Dewey (1910) knyttes opp mot Facione (1990, sitert i Abrami et. al., 2008). Facione hevder nemlig at kritisk tenkning er en meningsfull og selvregulerende prosess som leder til vurdering av et synspunkt eller forslag. Dewey (1910) sier at en slik selvregulerende prosess består av fem dimensjoner. I dimensjonene 1-4, vist i kapittel 2.2, vil det trent sinn legge frem et begrunnet forslag som i den femte dimensjonen kan vurderes. Som sagt i kapittel 2.1, kan denne prosessen som Facione (1990) nevner gjøres ved å tolke, analysere, evaluere og trekke slutninger. I Dewey (1910) sine fem dimensjoner er det viktig å kunne tolke og analysere situasjoner, forslag og testresultater. I tillegg må man kunne trekke slutninger basert på disse tolkningene og analysene. Gjennom å tolke og analysere deler av utfordringene elevene møter på, mener vi at elevene kan ha bedre forutsetninger til å gi et begrunnet forslag til løsning som kan vurderes i femte dimensjon.

2.2.7 Relevans for analysen - karakterisering av elevers kritiske tenkning

Dewey (1910) sine fem dimensjoner forsøker å beskrive hvordan kritisk tenkning brukes til å bygge opp en praksis. Derfor brukte vi disse til å karakterisere kritisk tenkende innspill elevene kom med i det eksperimentelle arbeidet. Vi har sett på om elevene opplever utfordringer knyttet til det utforskende arbeidet de utfører. Dewey (1910) sin første dimensjon kan karakterisere innspill hvor elevene uttrykker slike utfordringer. Videre ville vi se på om elevene kommer med innspill som etterspør detaljer for å identifisere faktaopplysninger til utfordringen. Slike innspill kan karakteriseres av Dewey (1910) sin andre dimensjon, siden en kritisk tenker søker etter

utfordringens kontekst. Vi ville også se på om elevene kommer med innspill som uttrykker forslag til løsninger av utfordringen de erfarer. Disse kan karakteriseres av Dewey (1910) sin tredje dimensjon hvor man kommer med et forslag til hva som kan være løsningen på utfordringen. Videre ville vi se på om elevene kommer med innspill som uttrykker en begrunnelse til et forslag om mulig løsning til utfordringen de opplever. Slike innspill kan karakteriseres av Dewey (1910) sin fjerde dimensjon hvor man for eksempel begrunner et forslag basert på fakta. Vi ville også se på om elever kan komme med innspill hvor de uttrykker testing og vurdering av forslag de kommer med. Disse innspillene kan karakteriseres av Dewey (1910) sin femte dimensjon hvor man empirisk bekrefter eller vurderer forslaget sitt. Den empiriske bekræftelsen, eller vurderingen, kan basere seg på ytterligere observasjoner eller uttestinger elevene utfører.

2.3 Kritisk tenkning i et sosialt fellesskap

Ifølge Cohen (2009, sitert i Bailin og Battersby, 2016) er det å kunne argumentere og tenke kritisk en dyd. Med ordet dyd menes det verdifulle tillærte vaner og egenskaper, som kreves for å kunne nå målene våre ved hjelp av kritisk tenkning. Bailin et al. (1999) referer også til den kritiske tenkende dyden som «habits of mind». Med dette menes det at man tilegner seg en spesifikk måte å tenke på når man står ovenfor en utfordring eller et problem som skal løses. Under dyden kritisk tenkning ligger en rekke karakteristika som kan beskrive egenskaper man burde ha for å kunne tenke kritisk. Bailin og Battersby (2010) nevner at en kritisk tenker blant annet må være åpen til sinns, nysgjerrig, rettferdig, og være ute etter å søke etter sannheter som baserer seg på fornuft. Dette kan ses i likhet med vanene eller holdningene som Facione (1990, sitert av Abrami et al., 2008) nevner i kap. 2.1. I tillegg vil personen som tenker kritisk være åpne for andres argumenter, og vise intellektuell integritet- og ydmykhet. For å oppsummere den kritiske tenkende dyden, vil en person som har denne, være åpen til sinns, høre på sin egen fornuft og være ydmyk og mottakelig for andres innspill. Denne dyden brukes i en prosess hvor man undersøker aspekter med et problem, og finner de argumentene som kan belyse problemet på best mulig måte.

Kritisk tenkning er ikke noe man kan utøve i enkelte situasjoner, men er noe som er innebygd i personens egenskaper (Bailin og Battersby, 2016). Denne dyden er noe som er med deg hele tiden, og påvirker hvordan du tenker generelt i livet. Howell og Kingsbury (2014, sitert i Bailin

og Battersby, 2016) nevner det som gjerne kalles overføringsproblemet. Dette går ut på at elever i skolen ofte ikke klarer å overføre deres kritiske tenkning fra et fag til et annet, eller ut i hverdagen. Spørsmålet er da ifølge Bailin og Battersby (2016) om det er manglende motivasjon, eller manglende evne til å overføre kritisk tenkning fra en kontekst til en annen som er problemet. Videre hevder Bailin og Battersby (2016) at utforskende praksis kan være med på å gjøre det lettere å undersøke kritisk tenkning hos elever. Den utforskende praksisen handler om å bruke den kritisk tenkende dyden til å løse en utfordring eller et problem man står ovenfor. Ordet praksis i denne konteksten er et komplekst og sammenhengende sosialt menneskelig samarbeid, for å finne frem til de beste mulige løsningene innenfor en felles aktivitet eller fagområde (MacIntyre, 1984, sitert i Bailin og Battersby, 2016). Den utforskende praksisen går derfor ut på å gi og motta fornuftige argumenter med et mål om komme nærmest mulig en sannhet.

2.3.1 Kritisk tenkning som en utforskende praksis i et fellesskap

Bailin og Battersby (2010) mener at kjernen i kritisk tenkning som utforskende praksis er et sosialt fellesskap som prøver å nå et felles mål. Det sosiale felleskapet har som mål å basere utforskningen på rasjonalitet og gode resonnementer. Dette for å komme frem til troverdige vurderinger. Deltagerne i et slikt fellesskap burde tilegne seg den kritisk tenkende dyden, hvor de er åpne til sinns, respekterer andres innspill og synspunkter, og kommer med konstruktiv kritikk. For å innføre den utforskende praksisen i undervisningen kan man legge vekt på å undersøke komplekse utfordringer, heller enn å legge vekt på enkeltkunnskaper og fakta (Bailin og Battersby, 2016). Elevene skal undersøke slike utfordringer med å identifisere problemer underveis, identifisere den relevante konteksten for utfordringen, undersøke andre synspunkter rundt utfordringen, og sammenlikne disse synspunktene. De mener også at samarbeid mellom elevene er viktig hvor de argumenterer, stiller spørsmål, utfordrer synspunkter og gir konstruktiv kritikk til hverandre. Dette på en måte som overholder de egenskapene som skal til for å tilegne seg den kritisk tenkende dyden. Det er ifølge Bailin og Battersby (2016) viktig at læreren legger opp til en undervisning hvor fokuset går ut på å tenke kritisk, og ikke bare finne raskest mulig frem til et «riktig» svar. Dette for at den utforskende praksisen man har i undervisningen, skal være preget av kritisk tenkning. Det er også viktig at elevene blir flinke til å vurdere sin egen utforskende prosess. Dette kan gjøres ved at elevene stiller seg selv

spørsmål om prosessen. Slike spørsmål kan være: Er jeg forutinntatt nå? Er jeg åpen for kritikk? Hvilke synspunkter er jeg egentlig mest enig i?

2.3.2 Relevans for analysen - kritisk tenkning i et utforskende felleskap

Utvalget i masteroppgaven besto av elevgrupper, noe som gjorde at elevene ikke jobbet alene når de gjennomførte opplegget vi hadde laget til dem. De skulle jobbe sammen i grupper, og derfor bygge på og klargjøre hverandres argumenter, synspunkter og innspill i en utforskende oppgave. Derfor mener vi det er viktig å ha med et delkapittel i teori om hvordan kritisk tenkning kan brukes gjennom en utforskende praksis i et sosialt felleskap. Elevutvalget ble delt inn i forskergrupper som hadde et felles mål om å finne en løsning på utfordringen de sto ovenfor. Det er viktig å påpeke at teori fra Bailin og Battersby (2016) ikke ble brukt til å utforme kategorisystemet som ble brukt til å analysere materialet hentet fra videoopptak i klasseromsundervisningen. Derimot vil denne teorien være relevant for diskusjon rundt våre funn knyttet til elevenes kritiske tenkning. Grunnen til dette er at Dewey (1910) baserer seg på individuelle tenkere som konstruerer løsninger ved bruk av kritisk tenkning. Bailin og Battersby (2016) ser derimot på kritisk tenkning som en prosess hvor man som et fellesskap klarer å finne de beste argumentene og konklusjonene knyttet til et problem. Derfor kunne vi knytte karakteriseringen av elevenes kritiske tenkning også opp mot Bailin og Battersby (2016).

2.4 Fire praksiser innenfor utforskende vitenskapelig problemløsning

Vitenskapelig utforskning er en gjentakende prosess, hvor forskeren går frem og tilbake mellom evidens og forklaring, frem til konsensus er nådd mellom forskere som befinner seg i forskningsfeltet (Duschl, 2003). Videre sier han at elever må få erfaring med å løse empiriske utfordringer, og unngå utfordringer knyttet til det vitenskapelige rammeverket. Med empiriske utfordringer mener han at elevene må kunne bruke observasjoner og data til å belyse problemstillingen i den utforskende oppgaven. Det er viktig at man forholder seg innfor riktig vitenskapelig kontekst for at utfordringer holder seg i det vitenskapelige rammeverket. Hva menes med dette? De vitenskapelige rammene er det vitenskapelige område hvor utforskningen må foregå. Det er for eksempel ikke noe vitenskapelig grunnlag til å undersøke populasjonen av torsk i et ferskvann, hvor disse ikke finnes naturlig. Å holde seg innenfor et slikt rammeverk mener Duschl (2003) kan være utfordrende for elever. Derfor må elevene få erfaring med å

samle inn empiriske data ved å arbeide innenfor de riktige rammene for den vitenskapelige utforskningen (Duschl, 2003).

2.4.1 Et rammeverk for problemløsning i utforskende arbeid

Andersen, Kurht og Palincsar (1995, sitert i Duschl, 2003) har et rammeverk som skal hjelpe lærere og elever til å planlegge for problemløsning i vitenskapelig utforskende oppgaver. Rammeverket består av det Duschl (2003) kaller for fire vitenskapelige praksiser som hjelper elevene med å skape et godt problemløsningsrom innenfor et vitenskapelig rammeverk. Disse praksisene er det de kaller for «techniques», «observations», «patterns» og «explanations», som direkte oversatt blir til teknikker, observasjoner, mønstre og forklaringer. Når Duschl (2003) snakker om teknikker mener han at elevene skal prøve å utføre et eksperiment, hvor de prøver å skape en plattform for å få gode og troverdige observasjoner. Dette betyr at elevene må tenke over hvordan de skal bygge opp eksperimentet sitt for å få troverdige observasjonene med tanke på problemstillingen deres. Videre mener han at når elevene driver med observasjoner bør de snakke om fenomenene de undersøker, enten skriftlig eller muntlig. Elevene bør se etter mønstre, og prøve å søke etter generelle regler som kan beskrive likheter i de observasjonene de har gjort. I forklaringene bør elevene bruke argumenter som bygger på teori, eller utvikle forklaringer selv. Dette for å gi mening til de mønstrene de har funnet.

2.4.2 Duschl sitt rammeverk knyttet til kritisk tenkning

Hvordan kan dette rammeverket for problemløsning i utforskende arbeid knyttes til elevenes kritiske tenkning? Rammeverket baserer seg på at elevene skaper et problemløsningsrom hvor det er mulig å utforske et problem ved å bruke et samspill mellom de ulike praksisene. Ennis (1996) mener at kritisk tenkning er basert på fornuft, og refleksjon, hvor målet er bestemme seg for hva man tror er sant, eller ikke. Det handler om at man tar et valg basert på en prosess hvor fornuftig og reflekterende tankegang står i fokus. Denne definisjonen kan knyttes tett opp mot Duschl (2003) sine fire praksiser i problemløsnings situasjoner. Disse praksisene gir nettopp et rammeverk for hvordan elevene skal bruke refleksjon og fornuftig tankegang for å finne ut av hva som kan være en mulig løsning på en utfordring. Det kan trekkes paralleller fra Duschl (2003) sitt rammeverk til «constructive critical thinking», hvor målet er å løse et problem ved hjelp av kritisk tenkning (Hitchcock, 2020). På bakgrunn av dette kan rammeverket til Duschl

(2003) brukes med Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning, hvor elevene nettopp løser ett problem gjennom «constructive critical thinking».

2.4.3 Relevans for analysen – kartlegging av kritisk tenkning i ulike faser

Grunnen til at Duschl (2003) sine fire praksiser knyttet til eksperimentelt arbeid tas med i dette kapitlet, er for å undersøke kjennetegn til kritisk tenkning i de ulike praksisene, samt i samspillet mellom dem. Vi ville kartlegge hvilke praksiser elevene befant seg i når de hadde samtaler i det eksperimentelle arbeidet. Når elevinnspill handler om eksperimentutstyret kobles det til det Duschl (2003) kaller for teknikker. Innspill som tar for seg hva elevene ser, lukter eller hører kobles det til praksisen observasjoner. Når elevene snakker om likheter og forskjeller mellom to eller flere observasjoner kobles dette til praksisen mønstre. Vi ville også se på innspill knyttet til årsaker som kunne forklare de fysiske fenomenene som kom frem i eksperimentet. Dette ble koblet til praksisen forklaringer. Vi brukte disse praksisene i et kategorisystem for å kartlegge kritisk tenkende elevinnspill etter hvor de er i det utforskende arbeidet. Her blir de kritiske tenkende elevinnspillene karakterisert i lys av Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning.

2.5 Rammer og støttestrukturer for å hjelpe elever til å anvende kritisk tenkning

Vi mener det er viktig å utarbeide oppgavene på en slik måte at den legger opp til kritisk tenkning. Dette kan gjøres med det som Knain & Kolstø (2019) kaller for rammer og støttestrukturer. «Rammer angir området det skal arbeides i, og omfatter tema og hvor mye tid som avsettes» (Knain & Kolstø, 2019, s. 72). Rammene gir elevene et innblikk i hvordan de skal arbeide med oppgaven, hva sluttproduktet skal inneholde og hvilke vurderinger som bør finnes i prosessen med oppgaven. «Støttestrukturer er redskaper elevene får tilgjengelig for å ta seg frem gjennom rammen slik at arbeidet får god kvalitet» (Knain & Kolstø, 2019, s. 72). Med andre ord har støttestrukturer som mål å gjøre elever i stand til å mestre faglige utfordringer som de ikke ville klart uten støttestrukturen.

Videre hevder Knain & Kolstø (2019) at rammer og støttestrukturer er spesielt viktig når utforskende arbeidsmåter er nokså nye og fremmede for elevene. Uten slik støtte er det fort gjort at elevene tolker utfordringer i lys av tidligere erfaringer, noe som kan lede dem inn på

gamle måter å arbeide på (Knain & Kolstø, 2019). Da kan det være problematisk å utvikle de utforskende arbeidsmåtene som styrker kritisk tenkning i gjennomføringen av den typen oppgave vi ga til elevene.

3.0 Metode

Dette kapitlet vil ta for seg hvordan vi har utarbeidet masterprosjektet. Først vil vi beskrive utvalget i prosjektet. Deretter vil vi ta en gjennomgang på hva slags kvalitative metode som har blitt brukt i analysen. Her vil også fremgangsmåte i transkribering, prosessen til et ferdigstilt kategorisystem, og hvordan vi gjorde analysen bli presentert. Deretter vil en gjennomgang av oppgaven og dens rammer og støttestrukturer bli beskrevet. Til slutt tar vi for oss masterprosjektets validitet, reliabilitet, generaliserbarhet og etiske utfordringer.

3.1 Utvalg

For å kunne svare på forskningsspørsmålene i denne masteroppgaven var det nødvendig at vi innhentet et datamateriale å analysere. Vi var avhengig av å hente data fra et utvalg som var tilgjengelig for oss. Derfor tok vi kontakt med en videregående skole som tilbyr fysikkundervising til elevene som går der. Vi fikk lov til å observere en fysikk 2 klasse i 8 skoletimer (6 klokketimer) over en periode på 2 uker. Alle elevene var på dette tidspunktet over 18 år. Ifølge faglærer var klassen sammensatt av elever med alt fra lave prestasjoner i faget til høye prestasjoner i faget. Klassen var sammensatt av omtrent 60 % gutter og 40 % jenter. I samarbeid med lærer utarbeidet vi et opplegg rundt et utforskende eksperimentelt arbeid som elevene skulle få lov til å gjennomføre disse timene. Oppgaven blir beskrevet senere i metodekapitlet. Klassen på 26 elever ble tilfeldig delt opp i 7 grupper som skulle jobbe sammen med eksperimentet. Gruppene besto av tre til fire elever med tilfeldig kjønnsfordeling. De to gruppene vi har basert analysen på besto av fire elever i hver. I gruppe 1 var det kun gutter og i gruppe 2 var det to gutter og to jenter. Vi tok ikke hensyn til faglige prestasjoner da gruppene ble delt opp ettersom vi tenkte at en tilfeldig inndeling ville gjøre gruppene noenlunde faglig inhomogene. Dette viste seg å stemme da vi begynte å analysere materialet. Vi så at noen av gruppemedlemmene var frempå og reflekterende og at andre var mindre aktive.

3.2 Analyse

3.2.1 Kvalitativ innholdsanalyse som analyseverktøy

For å undersøke forskningsspørsmålet vårt har vi valgt å bruke kvalitativ innholdsanalyse som verktøy. En kvalitativ innholdsanalyse fokuserer på innhold og kjennetegn rundt språk, og kommunikasjon i forhold til innholdet eller den kontekstuelle meningen i en tekst (Budd, Thorp & Donohew, 1967; Lindkvist, 1981; McTavish & Pirro, 1990; Tesch, 1990, sitert i Hsieh & Shannon, 2005, s. 1278). I forbindelse med kvalitativ innholdsanalyse vil kan innholdet blant annet være skaffet fra videoopptak (Kondracki et al., 2002). Innholdet ble videre overført til skriftlige transkripsjoner som baserte seg på videoopptak skaffet fra fysikktimene. Kvalitativ innholdsanalyse går ikke bare ut på å telle antall ord i transkripsjonene, men å undersøke mer i dybden ved å bruke utarbeidede kategorier til å klassifisere innholdet (Weber, 1990). Disse kategoriene kan enten vise til tydelige eller konkluderende typer av kommunikasjon. Våre kategorier baserer seg på innholdet i innspill som kommer fra hver elev, samtidig som konteksten i det aktuelle tidspunktet spiller en rolle. Målet med en kvalitativ innholdsanalyse er å skaffe kunnskap og forståelse for fenomenet som studeres (Downe-Wamboldt, 1992, sitert i Hsieh & Shannon, 2005). I vårt tilfelle vil dette si at ved hjelp av kvalitativ innholdsanalyse kan vi skaffe oss mer kunnskap og forståelse for når elever tenker kritisk i vårt utforskende eksperimentelle arbeid. Videre definerer Hsieh & Shannon (2005) kvalitativ innholdsanalyse som en metode der datamateriale blir gått igjennom i en systematisk kodingsprosess basert på koding av relevante element. Denne kodingsprosessen blir brukt til å identifisere trender og innhold i et tema. Det er forskjellige typer kvalitative innholdsanalyser, og videre skal vi presentere den vi har valgt å bruke.

I vår masteroppgave har vi brukt den direkte innholdsanalysen. Den går ut på å bruke eksisterende teori eller forskning til å utvikle ett begynnende kategorisystem før man analyserer ett datamateriale. Målet med den direkte innholdsanalysen er å kunne validere eller utvikle en teori (Hsieh & Shannon, 2005). I vårt tilfelle blir dette å validere og eventuelt utvikle Dewey (1910) sine dimensjoner innenfor kritisk tenkning, til å beskrive elevsamtaler i fysikkundervisning, og for å se om disse kan brukes for å identifisere elevs kritiske tenkning i et eksperimentelt arbeid. For å koble Dewey (1910) sine dimensjoner innenfor kritisk tenkning til de eksperimentelle fasene elevene jobber i, skal vi kombinere disse med Duschl (2003) sine fire praksiser som gir et godt problemløsningsrom i en utforskende oppgave. En av strategiene som man bruker i en direkte innholdsanalyse er å kode med det begynnende kategorisystemet

med en gang. Data som da ikke kan bli kodet blir analysert for å se om de representerer en ny kategori eller en underkategori (Hsieh & Shannon, 2005). Det er denne strategien vi har brukt i vår masteroppgave, samt flere andre prosesser for å forbedre kategorisystemet vårt underveis. Mer om disse prosessene i kapittel 3.2.3.

3.2.2 Transkribering

Gjennom avtalen med den videregående skolen endte vi opp med videoopptak fra 7 grupper. Ettersom det ble brukt kameraer til å ta opp arbeidet til hver gruppe, og at dette ga oss et stort datamateriale, valgte vi kun å transkribere arbeidet til to av gruppene. Videoopptakene fra disse to gruppene ga oss totalt 12 klokke timer med datamateriale, som resulterte til 208 sider med transkripsjoner. Vi valgte på forhånd ut hvilke grupper vi skulle transkribere før elevene ble delt inn i grupper. Dette for å ikke legge føringer på hvilke elevsamtaler vi valgte å transkribere. Måten vi gikk frem på når vi transkriberte var å se videoklippene samtidig som vi skrev ut transkripsjonene. Vi tok med alt elevene, læreren og vi sa så lenge innholdet var kontekstverdig til analysen. Dette krevde at vi stoppet videoklippene underveis, og at vi innimellom måtte gå tilbake for å se over om vi faktisk hadde sett og hørt riktig. Samtaler som gikk utenom oppgaven, og som ikke var vesentlig for eksperimentet, ble kort beskrevet i kursiv uten sitater fra elevene. Vi har også tatt med hva elevene gjør i videoklippene for å kunne se situasjonen og kontekst bedre. Når elevene utfører handlinger uten å si noe som har en potensiell betydning for å forstå samtalen, har vi skrevet det inn med stjerne på denne måten: *setter banankablene mot lederne på el-motoren*. Ellers har vi også beskrevet konteksten for arbeidet elevene gjør i kursiv. Ettersom vi har konteksten elevene er i, hva de gjør og hva de sier, vil analysene bli mer valide. Analysen videre i oppgaven baserer seg på disse transkripsjonene, og tar i betraktning alle elementene som finner sted i transkripsjonene. Vi har derimot ikke tolket elevenes kroppsspråk for å koble dem opp mot kritisk tenkning, fordi kroppsspråk kan tolkes feil.

3.2.3 En prosess til et ferdigstilt kategorisystem

For å kunne svare på forskningsspørsmålet knyttet til denne masteroppgaven så vi det som nødvendig å knytte sammen Dewey (1910) sine dimensjoner innenfor kritisk tenkning, og Duschl (2003) sin teori om hvilke vitenskapelige praksiser som inngår i problemløsning.

Erfaring viser at elevene i et eksperimentelt arbeid jobber innenfor ulike faser. For å beskrive disse fasene har vi brukt Duschl (2003) sine praksiser for et godt problemløsningsrom i en utforskende oppgave. Disse fire praksiser kaller han for teknikker, observasjoner, mønstre og forklaringer. Vi vil knytte Dewey (1910) sine dimensjoner innenfor kritisk tenkning opp imot disse praksisene. Grunnen til dette er for å se på kvaliteten til elevenes kritiske tenkning, og hvordan den utarter seg i de ulike fasene i det utforskende eksperimentet. Det skal også sies at Bailin og Battersby (2016) mener at kritisk tenkning må ses på som en praktisering som foregår mellom flere aktører. Siden Dewey (1910) ser på en tankeprosess hos enkeltmennesker, har vi valgt å ta med dette poenget til Bailin og Battersby (2016) om at kritisk tenkning foregår i et sosialt felleskap. Dette for å se på Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning i samtalene som foregår i et felleskap mellom elevene. Uten disse samtalene ville vi ikke hatt noe materiale å basere oss på for å gjenkjenne kritisk tenkning hos elevene.

Vi startet med å utarbeide kategorisystemet allerede før vi hadde begynt å samle inn datamaterialet fra klasserommet. Systemet startet som en modell hvor praksisene til Duschl (2003) og dimensjonene til Dewey (1910) kunne veksle fritt mellom hverandre. Dette så vi fort ble uoversiktlig, og derfor endte vi opp med en matrise hvor vi prøvde å fange essensen av de fem dimensjonene innenfor hver praksis. Vi valgte også endre betegnelsene til Duschl (2003) sine praksiser om til navnet «faser». Det betyr ikke at elevene nødvendigvis forholder seg kronologiske til fasene, men det var lettere for oss å differensiere hvilken del av eksperimentet elevene forholdt seg til i samtalene.

For oss var det også viktig å definere fasene og dimensjonene som skulle danne kategorisystemet vårt. Dette på en måte som ga mening i møte med datamaterialet knyttet til oppgavetyper vi hadde valgt, slik at de lett kunne gjenkjennes i datamaterialet. Dette var en lang prosess med mye uttesting både basert på vårt eget materiale, men også fra materiale hentet fra prosjektet Argument (<https://argument.uib.no>). Måten vi testet på var at vi kodet en del av materialet hver for oss, for så å sammenlikne disse kodene i etterkant. På denne måten så vi raskt hvilke kategorier som var for diffuse til å kunne brukes i materialet. Vi testet og forbedret i flere runder i løpet av prosessen. Til slutt gjorde vi en test for å finne ut hvor presis bruken av kategorisystemet vårt var når det ble testet ut på vårt datamateriale. Denne testen blir beskrevet senere i delkapittel 3.4.2.

I definisjonene av dimensjoner og faser brukte vi noen uttrykk som behøver en forklaring knyttet til den konteksten de brukes i. Disse ordene blir skrevet i kursiv i dette delkapittelet slik at det er enkelt å se at det brukes i den konteksten det er ment for. Disse ordene er:

- *Forslag*: Er kun en påstand uten begrunnelser. Eks: La oss bruke magneter.
- *Forklaring*: Består av et *forslag* og et argument eller resonnement som begrunner forslaget. Kan basere seg på forkunnskaper, eller ny kunnskap, tilegnet gjennom eksperimentet. Dette kaller vi for en faglig begrunnet forklaring. Eks: «Jeg mener det er klor jeg lukter, fordi blandingen består av salt som har den kjemiske formelen NaCl, hvor Cl er klor». En annen type forklaring er den beskrivende forklaringen. Eks: «Jeg ser den går rundt, på grunn av at vi koblet til strømmen». Begge forklaringsmodellene blir inkludert i dette begrepet.
- *Testing*: Dette begrepet tar for seg videre testing av forslag ved hjelp av eksperimentelt utstyr og oppsett. *Testing* tar også for seg forslag som utprøves ved hjelp av eksterne informasjonskilder som lærebok, medelever og lærere, men ikke elevens egne forkunnskaper.
- *Vurdering*: Elevene vurderer sine tentative *forslag* i lys av ny kunnskap funnet gjennom *testing* i ordets betydning over. Sluttproduktet av denne vurderingen vil vise seg i at de enten forkaster tentative *forslag* eller forsterker dem og kan komme frem til en konklusjon.
- *Data*: En samlebetegnelse for identifiserte observasjoner og mønstre i et eksperiment. Begrepet tar kun for seg konkrete funn, men ikke *forklaringene* som ligger bak funnene.
- *Innspill*: Alle sammenhengende ord, setninger og utgreinger som elevene uttrykker. *Innspillet* er ferdig når eleven avslutter sitt poeng eller når en ny elev tar ordet.

Det resulterende kategorisystemet bygger på Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning, som vi har kalt for utfordring, detaljorientering, forslag, forklaring og vurdering. Disse har vi tolket og utarbeidet slik at de kan brukes i en situasjon knyttet til utforskende eksperimentelt arbeid i vårt masterprosjekt.

Utfordring (1)

Innspill som bærer preg av et problem som knyttes til en helhetlig forståelse av de ulike fasene i eksperimentet, vil kodes i denne dimensjonen. Det vil med andre ord si utfordringer som ikke kan svares på med en enkel fakta-sjekk, og som krever videre utforskning som testing og diskusjon.

Eksempler:

- Jeg forstår ikke...
- Jeg vet ikke hvordan ... fungerer.
- Hva er dette for noe?
- Hvorfor/Hvordan?

Detaljerorientering (2)

Denne dimensjonen tar for seg *elevinnspill* som etterspør detaljer og fakta som kommer frem i de ulike fasene av eksperimentet. Det kan for eksempel være problemer som raskt kan svares på, eller oppklarende spørsmål, som gir elevene mulighet til å komme med forslag. *Innspillene* i denne dimensjonen bærer ikke preg av å være et problem som krever testing og videre utforskning.

Eksempel:

- Er det slik at...?
- Jeg tror at ... men jeg er ikke helt sikker
- Hvor mye ... ?
- Hva var igjen, var det ikke slik ...?

Forslag (3)

I denne dimensjonen havner *elevinnspill* som uttrykker et tentative *forslag*, som kan føre dem videre i prosessen med de ulike fasene i eksperimentet. Grunnen til at *forslag* kan knyttes til kritisk tenkning er at elevene komme opp med ulike *forslag*, som kan bringe dem videre mot en løsning på utfordringen. *Forslagene* kan videre evalueres gjennom *testing* og kan lede til en konklusjon. Denne dimensjonen blir avgrenset ved at elevene kan komme med konkrete *forslag* uten begrunnelser. Det kan være at det dukker opp retoriske spørsmål i denne dimensjonen, for at elevene kan få bekreftelse fra medelever. Disse retoriske spørsmålene kategoriseres her, ettersom de ikke etterspør nye detaljer og faktaopplysninger. Dette på grunn av at karakteren til et retorisk spørsmål legger til grunn for at det er et tentativt *forslag* eleven

kommer med. Korte innspill som bekrefter innspill fra detaljorienteringsdimensjonen (2) vil også kategoriseres her, selv om innspillet ikke gir ytterligere informasjon. Eksempler:

- Jeg tror at ...
- Nå har jeg en idé ...
- Er dere enige i at ...
- Det må være slik at ...

Forklaring (4)

I denne dimensjonen ser vi etter innspill hvor elevene først kommer med et *forslag* for så å begrunne dette *forslaget*. Over har vi definert et *forslag* med en begrunnelse som en *forklaring*. Dimensjonen knyttes til kritisk tenkning ettersom begrunnelser kan gi forslag som er logiske og troverdige, og derfor styrker forslagets validitet. Her kan vi se etter bindeord i innspillene som synliggjør et begrunnet *forslag*. Det kan for eksempel være: fordi, for, av den grunn, og på grunn av. Derimot må ikke disse bindeordene være med, så lenge innspillet bærer preg av å være et resonnement som forklarer et forslag. Eksempler:

- Jeg tror at fordi at ...
- Dette må stemme fordi ...
- Det må være slik fordi at ...

Vurdering (5)

Alle innspill som tar for seg en videre *testing* av *forslag* som dukker opp i prosessen kategoriseres i denne dimensjonen. Videre *testing* vil i denne sammenheng si at elevene tilegner seg ny informasjon rundt problemer som er utenfor elevgruppens eksisterende kunnskapsområde. I tillegg vil *forslag* som endrer på hvordan elevene utfører fasene i eksperimentet, også knyttes til denne dimensjonen, selv om de ikke har *testet forslaget*. Grunnen til at disse *forslagene* blir plassert her er at vi definerer også *testing* som en dialog mellom elevene som gjør at de kan vurdere de *forslagene* de allerede har. *Forslag* som tar for seg små endringer i de ulike fasene vil bli kategorisert i forslagsdimensjonen (3), ettersom de ikke endrer på den overordnede måten å jobbe eller tenke på.

Eksempler:

- La oss teste ...
- Dette må være riktig fordi under testingen så ble ...
- Jeg tror du har feil/riktig fordi...

- Men se her boka sier jo ...
- Men læreren sa jo ...

I arbeidet med å definere disse dimensjonene så vi flere aspekter som måtte utarbeides og forbedres før det kunne benyttes til å kode datamaterialet. Hovedtrekket for de tidlige versjonene var at de ikke var tydelige nok på hva som var grensen mellom en dimensjon og en annen. Blant annet så vi at utfordringsdimensjonen og detaljorienteringsdimensjonen ofte gled over i hverandre. Derfor gjorde vi et tydelig skille på at en detaljorientering skal knyttes til en etterspørring etter konkrete fakta eller detaljer, og en utfordring skal knyttes til at elevene uttrykker en åpen problematikk som går utover identifisering av fakta eller detaljer. Vi så også at det ble stilt en del forslag formulert som et retorisk spørsmål. Vi valgte derfor å inkludere retoriske spørsmål i forslagsdimensjonen dersom de ga uttrykk for et forslag knyttet til eksperimentet. *Innspill* som begrunnet et *forslag*, ble kategorisert som *forklaringer*. Uten begrunnelse kategoriseres innspillet som et forslag. Alle *innspill* som foreslår *testing* av *forslag*, og *innspill* som *vurderer forslag*, kan plasseres i vurderingsdimensjonen (5). Vi tenkte at disse *testene* og *vurderingene* kun fant sted ved å bruke eksperimentutstyret til å teste *forslag*. Derimot fant vi fort ut at elevene også tester *forslag* gjennom bruk av forkunnskaper og erfaringer. Derfor inkluderte vi også slike *innspill* i vurderingsdimensjonen (5). Vi måtte også ha en avklaring på når testsituasjonen var ferdig. Vi så ofte at oppfølgingsforslag etterfulgte en *test* eller *vurdering*. Disse har vi valgt å ikke plassere i vurderingsdimensjonen (5), ettersom det var vanskelig å definere når *vurderingen* var ferdig.

Det var også nødvendig å tolke og tydeliggjøre fasene til Duschl (2003) for at de skulle passe til et eksperimentelt arbeid som elevene fikk gjennomføre. Disse er listet under:

Eksperimentoppsett (E)

I denne fasen ser vi etter *elevinnspill* og -dialog hvor det dreier seg om utstyrskomponentene i eksperimentet. Det vil med andre ord si at denne fasen kjennetegnes av *innspill* som handler om funksjonen til hver enkelt komponent, eller hvordan de sammen fungerer i eksperimentoppsettet. Når eksperimentoppsettet er ferdig og klar til bruk, kan *innspill* gli over i de andre fasene, med mindre elevene går tilbake på enkeltkomponentenes funksjon igjen.

Observasjon (O)

Elevinnspill som kjennetegnes av observasjoner kategoriseres her. Vi har avgrenset denne fasen til observasjoner som oppstår på bakgrunn av at eksperimentetoppsettet er ferdigstilt for *test* og gjennomføres. Observasjoner som er knyttet til en og en enkeltkomponent i utstyret vil kategoriseres i eksperimentoppsett (E). Det er kun enkeltobservasjoner uten sammenligninger, av to eller flere observasjoner, som kategoriseres i denne fasen. Dette for å skille denne fasen fra neste fase (mønstre (M)).

Mønstre (M)

Denne fasen baserer seg på *elevinnspill* som kommenterer likheter og forskjeller mellom to eller flere observasjoner. *Innspill* som er transkribert som en observasjon kan ses i kontekst som en sammenlikning dersom denne observasjonen knyttes til tidligere observasjoner. Det kan for eksempel være ytringer som:

- I sted så vi...
- Før fikk vi...
- Nå har vi...

I denne fasen kategoriseres også diskusjoner som handler om modellering på bakgrunn av flere observasjoner.

Årsaker (Å)

Når elevene kommer med *innspill* om årsakene til fenomenene som forekommer i eksperimentet, vil de plasseres i denne fasen. Det kan være formuleringer av *årsaksforklaringer* som belyser hva de har observert eller forventer å observere. Fasen inkluderer *innspill* om kjente teorier innenfor fysikkfaget, men også kreative *innspill* basert på erfaringer. Det er viktig å påpeke at elevene ikke kun må basere årsakene på observasjoner eller mønstre de finner i utførelsen av eksperimentet. Blant annet kan årsaker bygges opp av forestillinger de har i forkant av utførelsen i eksperimentet.

Fasen til Duschl (2003), som han kaller for teknikker, handler om at elevene skal bygge seg en plattform for å få troverdige observasjoner som kan brukes i problemløsningsarbeidet. Vi tenker at det er utstyret og eksperimentoppsettet i utvalgets oppgave som er denne plattformen for elevene. Derfor ble fasen teknikker gjort om til eksperimentoppsett (E). Fasene observasjon og mønstre er direkte oversatt fra Duschl (2003) sine faser «Observations» og «Patterns». Hans

beskrivelse av disse stemmer godt overens med hvordan vi har valgt å definere disse fasene i masteroppgaven. Den siste fasen har vi valgt å kalle årsaker. Delvis grunnet at explanations oversatt til norsk blir forklaringer som vi finner igjen i forklaringsdimensjonen, og delvis fordi vi synes årsaker passer bedre overens med at elevene beskriver årsakene som ligger til grunn for hva de har observert.

Ved å teste de foreløpige definisjonene av fasene opp mot datamaterialet vårt, og datamateriale fra Argument (<https://argument.uib.no>), så vi at vi trengte å spisse definisjonene til hver fase. Et problem var at det var vanskelig å skille mellom eksperimentoppsett og observasjon, ettersom elevene ofte kommer med *innspill* knyttet til hva de opplever med enkelte utstyrskomponenter. Derfor valgte vi å avgrense observasjonsfasen til å inneholde *innspill* knyttet til bruk av hele el-motoren, ikke til arbeidet med enkeltkomponenter når de skulle få utstyret til å fungere. Vi så også noen utfordringer med å definere hva som menes med *innspill* knyttet til mønstre. Vi avgrenset denne fasen til at elevene enten direkte eller indirekte så på likheter eller forskjeller mellom to eller flere observasjoner de har gjort. Før vi gikk igjennom datamaterialet tenkte vi at *innspill* i årsaksfasen ville dukke opp når elevene hadde fått brukt eksperimentoppsettet og observert tilstrekkelig. Derimot så vi at elevene tidlig i eksperimentet begynte å gi *årsaksforklaringer* til at el-motoren gikk rundt uten å ha tilstrekkelig med observasjonsgrunnlag. Det skal nevnes at elevene fikk se en demonstrasjon av el-motoren i begynnelsen av timen, men de fikk ikke bli kjent med alle delene av el-motoren i denne demonstrasjonen. Vi så at elevene ofte bygde disse forklaringene på forkunnskaper og erfaringer. Derfor ble *innspill* som utrykte årsaker knyttet til elevenes forkunnskaper og erfaringer også inkludert i årsaksfasen da vi kodet materialet. Vi fant det også nødvendig å inkludere *innspill* om teori i årsaksfasen, ettersom det ofte snakkes om teori uten direkte tilknytning til hvorfor el-motoren roterte. Vi mener derimot at elevene implisitt prøver å bruke dette til å *forklare* årsaker. Teorinakk blir derfor også inkludert i årsaksfasen da vi kodet materialet.

3.2.4 Koding og søken etter funn

Masteroppgaven baserer seg en direkte innholdsanalyse som ifølge Hsieh og Shannon (2005) går ut på å bruke eksisterende teorier og forskning til å utarbeide et kategorisystem før man analyserer datamaterialet. Derfor besto vår analysedel av og først utvikle kategorisystemet som

beskrevet i kapittelet over. Deretter brukte vi dette kategorisystemet til å kode hele datamaterialet vi hadde samlet.

Kodingsprosessen besto i at vi samarbeidet med å kode materialet i trå med kategoriene våre. Måten vi gjorde dette på var å merke oss nye problemstillinger og temaer som oppsto i samtalen. Disse merket vi med en gulfarge i starten av samtalen slik at vi enkelt kunne finne frem til hvor samtaler begynte og hvor de sluttet. Dette finnes det et eksempel på i vedlegg (1), hvor man kan se 2 samtaler som er markert med gul hvor hver av dem begynner. I tillegg merket vi hele de relevante samtalen med grå bakgrunn. Dette var for å få oversikt over hva som var relevant å kikke videre på, og hva som var utenomfaglig snakk. For å skille mellom fasene som *innspillene* befant seg i ga vi hver fase en unik skriftfarge, slik at det gjorde det lett å finne frem til de fasene vi var ute etter i etterkant. Eksperimentoppsett ble lilla, observasjoner ble rødt, mønstre ble grønt og årsaker ble blått. Innenfor hver fase ble innspillene kodet som forbokstaven til fasen og nummeret til dimensjonen. Eksempelvis vil en utfordring knyttet til årsaker kodes som Å1, og et forslag knyttet til eksperimentutstyr kodes som E3. Disse kodene ble satt helt til høyre for *innspillet* og uthevet i fet skrift for å lettere kunne se dem. Dette vises i vedlegg (1). *Innspill* som ble avbrutt av andre *innspill* og fortsatte etter dette ble notert med en parentes rundt koden for å vise til denne fortsettelsen. Dermed ble ikke disse *innspillene* talt opp flere ganger i analysedelen, noe som var viktig for å ikke telle opp en kategori flere ganger hos samme elev. Vi valgte å ikke kode våre og lærers innspill som dukket opp i datamaterialet. Grunnen til dette er at vi kun undersøker elevenes kritiske tenkning.

Fortsettelsen av analysearbeidet var i førsteomgang å få en oversikt over hvor mange innspill som befant seg innenfor hver dimensjon i de ulike fasene. Vi telte derfor opp alle kodene og lagde en oversikt som befinner seg i resultatkapittelet. Grunnen til at vi valgte å tallfeste alle faser og dimensjoner som finnes i materialet var for å tydeliggjøre hva slags type *innspill* innenfor kritisk tenkning det finnes mye av og hva det finnes lite av. Det var disse tallene vi baserte oss på da vi fant eksempler videre i analysedelen. Vi valgte også å skille materialet fra de to gruppene, for å få frem at det finnes forskjeller og likheter mellom ulike elevgruppers *innspill*. Det var også nødvendig å se på hva slags dimensjoner *elevinnspillene* befant seg oftere og sjeldnere i. Dette fordi det da kan diskuteres mulige forklaringer til hvordan elever tenker kritisk, og eventuelt hvilke tiltak som kan gjøres for å få elevene til å endre måte å tenke på. I tillegg kan det være interessant å diskutere om kategorisystemet ikke fanger opp kritisk tenkning på den måten det er designet for.

I analysedelen tar vi for oss ti eksempler. Et eksempel innenfor hver fase som tydeliggjorde de dimensjonene det var flest av og et innenfor hver fase som tydeliggjorde de sammensetningene av dimensjoner det var færre av. Til slutt analyseres det to eksempler som viser et samspill mellom flere av fasene innenfor en samtale, noe som var typisk for en stor del av materialet. I alle eksemplene ser vi på elevenes kritiske tenkning i lys av kodene som baserer seg på de fem dimensjonene til Dewey (1910) og problemløsningsfasene til Duschl (2003). Vi ser på hvordan disse kodene som en helhet i samtalen kan knyttes opp mot elevenes kritiske tenkning. Disse kan også ses i lys av Bailin og Battersby (2016) sitt poeng om at kritisk tenkning formes i et felleskap. Eksemplene blir vist i resultatkapittelet med en kort innledning som beskriver konteksten for samtalen. Deretter blir selve samtalen vist med tilhørende koder. Samtalen blir så beskrevet slik vi har tolket den med bruk av kategorisystemet. Til slutt i hvert eksempel kommer en kort oppsummering med funn knyttet til kritisk tenkning i samtalen. Disse funnene vil videre bli tatt opp i diskusjonskapittelet.

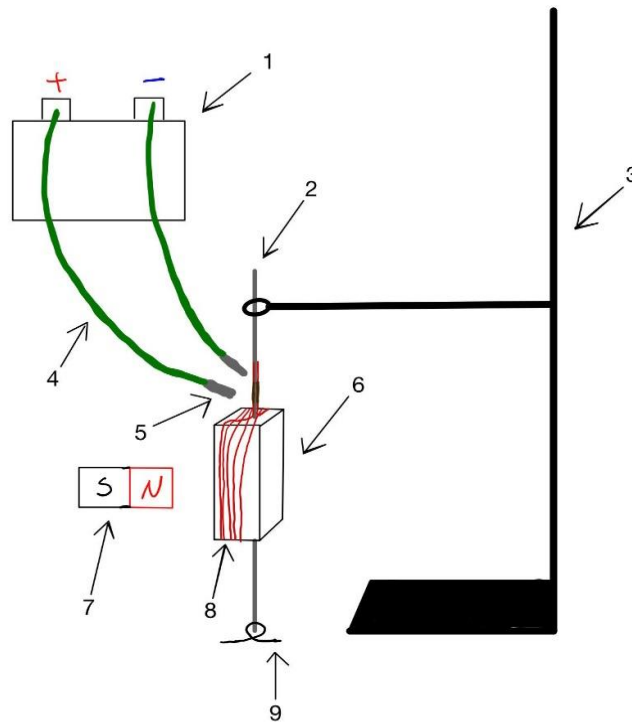
3.3 En utforskende oppgave

Da vi startet masterprosjektet søkte vi etter en oppgaveform som kunne være nyttig å bruke i en sammenheng hvor vi så etter kritisk tenkning hos elevene i fysikkfaget. Vi ble fort enige om at en utforskende oppgave hvor elevene skulle få lov til å utforske en type eksperimentoppsett på egenhånd kunne virke fint til dette formålet. Denne oppgaven finnes i vedlegg (2). Knain & Kolstø (2019) mener det finnes tre sentrale kjennetegn på utforskende oppgaver. Det ene er at arbeidet elevene gjør bygger på et forskningsspørsmål. Det andre er at elevene samler inn og bruker data, samt vurderer dataene opp imot ulike løsninger på forskningsspørsmålet. Det siste handler om kunnskapsbygging. Elevene må formulere egne resultater og forklaringer basert på å innhente, vurdere og videreutvikle kunnskap. Denne typen oppgave mener vi passer godt til det vi gjennom Dewey (1910) og Duschl (2003) har definert som prosessen som karakteriserer kritisk tenkning. Derfor utarbeidet vi en utforskende oppgave knyttet til et eksperimentelt arbeid rundt magnetiske krefter, ettersom dette var tema elevene gikk gjennom i denne perioden. Elevene fikk i oppgave å bygge en elektromotor som blir beskrevet senere i kapittelet. Ettersom en slik el-motor er kompleks i forhold til hva mange av elevene er vant til å jobbe med, mente vi det var riktig med veiledning til hvordan de skulle forholde seg til oppgaven. Den utforskende delen av oppgaven var at elevene skulle velge seg to komponenter i eksperimentoppsettet de ville justere på og undersøke hvordan disse justeringene påvirket el-motoren. Denne typen

utforskende oppgave er det Knain & Kolstø (2019) kaller for åpen testing hvor elevene i stor grad bestemmer selv hva de vil undersøke, der de får en generell mal på hvordan de burde gå frem. Det som kjennetegner åpen testing, er at lærer veileder elevene i fremgangsmåte og hvordan de skal tenke for å løse oppgaven. Lærer har ikke som mål å hjelpe elevene til riktig svar, men heller få frem mulighetene for å nå målet. Dette var et prinsipp vi prøvde å styre etter. Vi ga læreren en veiledende mal på hva han kunne, og hva han ikke kunne veilede elevene med. Denne lærerveiledningen sa at lærer kun skulle hjelpe elevene med spørsmål knyttet til utstyret de brukte og generell veiledning i hvordan de skulle gå frem med arbeidet. Selv om dette var målet for både lærer og oss, ser vi i materialet at vi ikke alltid klarte å overholde dette. Det skal sies at vi hovedsakelig var behjelpelig med det som sto i veiledningen.

3.3.1 El-motoren

Oppgaven elevene fikk utdelt besto først i å observere en fungerende modell av en el-motor som vi sammen med lærer hadde bygget på forhånd. En tegning av modellen med navn på de ulike utstyrskomponentene finnes under:



1. Spenningskilde med display og regulerbar strøm og spenning
2. Strikkepinne
3. Stativ med klemme der strikkepinnen går gjennom
4. Banankabel
5. Krokodilleklyper
6. Fyrstikkeske
7. Magnet
8. Ledere
9. Bordfeste til strikkepinne

Figur 1: El-motor med komponenter

El-motoren ble bygget av en fyrstikkeske, og en strikkepinne. For å bygge el-motoren surrer man en isolert leder rundt fyrstikkesken, avisolerer endene av lederen, og teiper dem på strikkepinnen. Deretter setter man to banankabler koblet til en ekstern spenningskilde borttil de avisolerte lederendene. I tillegg må man ha et magnetfelt som ikke er parallelt med strømretningen i område hvor lederen befinner seg. Når alle disse komponentene er på plass, gir man fyrstikkesken en liten dytt, og el-motoren vil begynne å spinne. Kraften som gir fyrstikkeskens rotasjon, baserer seg på loven om at et magnetfelt som står vinkelrett på en leder vil påvirke lederen med en magnetisk kraft. Denne kraften står vinkelrett på både magnetfelt og

strømretning. Loven kan beskrives med formelen $F_m = ILB$, hvor F_m er den magnetiske kraften, I er strømmen, L er lengden på lederen som befinner seg i magnetfeltet og B er magnetfeltstyrken. En ytre faktor som er viktig å tenke på er friksjonen mellom strikkepinne og stativfeste og bordfeste, ettersom dette kan påvirke rotasjonshastigheten.

3.3.2 Selve oppgaven

Etter å ha observert modellen fikk elevene beskjed om at de individuelt skulle sitte å tegne hvordan el-motoren så ut samt tegne på hvilke mekanismer som fikk el-motoren til å rotere. Målet med denne øvelsen er at elevene skal danne seg sin egen mening om hva som driver el-motoren, uten påvirkning fra medelever. Dette tenkte vi kunne være med på å berike diskusjoner i etterkant, ettersom alle elevene da hadde mulighet til å bidra i samtalen. Det ble også tillagt en støttestruktur i form av hva som bør være med i tegningen (fysiske fenomen og deler av el-motor), slik at dem senere kunne bruke tegningen som en støtte i sine forklaringer.

Videre skulle elevene sitte i de gruppene de ble delt inn i for å sammen diskutere hvilke mekanismer som gjorde at el-motoren gikk rundt. Thorsheim (2016) nevner tenk-par-del metoden som en god øvelse til å stimulere utforskende samtaler. Ved at elevene først sitter alene og tenker, deler tankene med medelever, og så får tilbakemeldinger på disse, kan elevene bli stimulert til å tenke utenfor sin egen umiddelbare forståelse. Sammensetningen av en individuell tegneoppgave etterfulgt av en gruppediskusjon, trodde vi kom til å stimulere til videre utforskning og kritisk tenkning. Her ble elevene oppfordret til å gi alle rom til å snakke, og merke seg en ting de lurte på ved de andre sin forklaring. Elevene skulle også i denne delen av oppgaven diskutere hvilke deler de hadde lyst til å justere på el-motoren. Her skulle de gjerne komme med begrunnelser for hvorfor de valgte disse delene. Dette ba vi elevene om for å veilede dem til å sette seg et tentativt mål med oppgaven. Det var rom for å endre på disse planene underveis i opplegget, ved at ny informasjon blir samlet inn gjennom testing og utprøving.

Neste del av oppgaven besto i å bygge el-motoren, i tillegg til at de skulle teste ut de komponentene de valgte å justere. Her ga vi tips om å skrive ned observasjoner de fant underveis, og å tenke over hvordan de ville presentere funn for de andre elevene senere. Vi tenkte at hvis elevene fikk tips om å forholde seg strukturerte i arbeidet, ville det bli lettere for dem å systematisere observasjoner, sammenlikne dem, og utvikle nye forklaringsmodeller

basert på dette. Dette ble den mest tidskrevende delen av opplegget, ettersom prosessen med å bygge el-motoren viste seg å være mer kompleks enn vi hadde forestilt oss. Dette på tross av at de hadde sett en fungerende modell tidligere, som de også fikk lov til å kikke på under byggeprosessen. Det å justere på deler og skaffe inn data tok tid. Grunnen til dette var at noen grupper valgte justeringer som krevde en omfattende omstrukturering av hvordan el-motoren så ut. Et eksempel på dette var å endre på antall vindinger (runder med lederen rundt fyrstikkesken).

Når innsamling av data var gjort skulle gruppene diskutere funnene de gjorde, og ut ifra disse prøve å forklare hvorfor el-motoren gikk rundt. Poenget med denne deloppgaven var å stimulere til en utvikling av forklaringer. Elevene kunne da bygge på de forslagene de hadde innledningsvis i oppgaven, og bruke ny tilegnet kunnskap til å videreutvikle dem. I tillegg trodde vi at denne deloppgaven kunne stimulere elevene til å teste og vurdere de forslagene de kom med underveis i eksperimentet. Grunnen til at vi ga dem denne deloppgaven er at utvikling av forslag ved hjelp av testing og vurderinger er sterkt knyttet til selvstendig kritisk tenkning. Vi ville se om elevene klarte å teste og vurdere forslagene sine basert på ny informasjon de tilegnet seg underveis i eksperimentet. I tillegg skulle de prøve å finne en sammenheng mellom justeringene de gjorde, og rotasjonsfarten til el-motoren. Dette var et element vi puttet inn i oppgaven ettersom en slik sammenheng ofte ikke er å finne i en lærebok, noe som kan stimulere elevene til å reflektere, teste og vurdere på egenhånd. På denne måten blir oppgaven også mer utforskende ettersom de tilegner seg ny informasjon som ikke kan finnes direkte i læreboken. Elevene ble også bedt om å sette sammen en presentasjon for en annen elevgruppe. Presentasjonen skulle inneholde teori elevene brukte, metoden i eksperimentet og resultater og funn. Vi tenkte at dette kunne gi elevene en oppsummerende oversikt over den nye kunnskapen de tilegnet seg underveis i arbeidet. I denne delen hadde vi også utarbeidet en generell og detaljert veiledning om hva elevene kunne ta i betraktning da de utarbeidet presentasjonen. Denne veiledningen finnes i vedlegg (2).

Til slutt ble elevene plassert i det Knain (2019) kaller for forskermøter som blir beskrevet i kapittel 3.3.3. Poenget med denne øvelsen var at elevene på ny skulle få utfordret de forklaringsmodellene de hadde opparbeidet seg i gruppen. Dette er en måte å få elevene til å fagfellevurdere hverandres arbeid. Denne fagfellevurderingen kan ses på som et kritisk tenkende trekk, siden man vurderer sine egne forklaringsmodeller opp imot andre forklaringsmodeller.

3.3.3 Støttestrukturer og rammer til elevene i det utforskende arbeidet

Underveis i utarbeidingen av opplegget nevnte faglærer at elevene sjeldent jobbet med utforskende oppgaver. Som sagt i kapittel 2.5, legger Knain og Kolstø (2019) vekt på at rammer og støttestrukturer er viktig når elevene er i en undervisningsform de ikke er kjent med. Derfor mente vi at det var vesentlig å bruke noen støttestrukturer og klare rammer for hvordan elevene burde arbeide. Dette med tanke på at opplegget skulle legge til rette for at elevene skulle kunne tenke kritisk underveis.

For at elevene skulle ha en tydelig rød tråd i arbeidet deres var det viktig at vi utformet en oppgave med en tydelig ramme. Denne rammen består av flere deloppgaver i arbeidet deres som til slutt ender i et endelig produkt. Deloppgavene viser til hvordan elevene skal arbeide for å ende opp med ett sluttprodukt som inneholder relevante funn. I noen deloppgaver ble elevene bedt om å gjøre vurderinger som var relevant for arbeidet med oppgaven, spesielt hvor vi så at det kunne være nødvendig. Som sagt i kapittel 2.5, kan denne rammen knyttes tett opp mot det Knain og Kolstø (2019) mener et rammeverk bør utfylle.

Vi mente også det var hensiktsmessig at elevene fikk noen støttestrukturer underveis i oppgaven. Som sagt i kapittel 2.5, hevder Knain og Kolstø (2019) at støttestrukturer ligger til grunn for at arbeidet i rammeverket blir gjort med god kvalitet. Disse støttestrukturane var designet for å tilrettelegge kritisk tenkning hos elevene.

Den ene støttestrukturen vi brukte var at elevene skulle sitte individuelt å lage en tegning av komponentene i el-motoren, og hvilke fenomener som gjorde til at el-motoren roterte. Ainsworth (2011) mener at ved å tegne vil elevene kunne utrykke sine tanker eksplisitt, noe som gjør at de har mulighet til å kunne utveksle ideer, tanker og meninger med andre elever. Samtidig mener hun at de andre elevene kan komme med kritikk for å klargjøre og se sammenhenger i hverandres tegninger. Ainsworth (2011) legger også vekt på at tegninger kan brukes til å trekke slutninger om hva som er årsaken til det de observerer. Elevene hadde allerede sett en demonstrasjon av el-motoren da de begynte å tegne. På denne måten kunne elevene trekke sammenhenger mellom det de så ved demonstrasjonen og tegningen deres. Det kan gi grobunn for at de kan trekke slutninger om årsaken til det de observerte, altså årsaken til at el-motoren gikk rundt. I første omgang satt elevene for seg selv uten å snakke med de andre elevene da de tegnet. Vi tenkte, som sagt i kapittel 3.3.2, at denne individuelle tegneøkten

ville klargjøre tankene til hver enkelt elev slik at de kom opp med egne forslag om hvorfor el-motoren gikk rundt. Senere kunne disse forslagene testes og vurderes opp mot medelevers tegninger. Disse testene og vurderingene kunne klargjøre og trekke sammenhenger om hva som kunne være årsaken til at el-motoren gikk rundt. Med andre ord kunne elevene bruke sammenligningen mellom tegningene sine, som støtte til å svare på hvorfor el-motoren går rundt. Denne støttestrukturen gir også grobunn for at Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning kan anvendes ved at elevene kan komme med forslag, og vurderinger av sine forslag opp mot hverandres tegninger.

Vi så det også nødvendig å veilede elevene på hvordan de skulle forholde seg til en utforskende oppgave. Elevene skulle gjennom 8 skoletimer utarbeide en egen el-motor, og justere på ulike komponenter i el-motoren. Etersom arbeidet var omfattende er det lett for elevene å ta en retning som ikke er hensiktsmessig med tanke på sluttproduktet. Derfor ga vi elevene instruksjoner til hvordan de skulle være gode forskere gjennom hele oppgaven:

Tips til å bli en god forsker

- Vær bevist på hva dere ser etter. Undersøk alltid bare en del av gangen.
- Noter alltid ned de observasjonene du gjør deg. Det blir vanskelig å gå å huske på alle tall du har funnet i eksperimentet.
- Tenk på at du skal presentere data på en god måte. Hvordan ville du likt å få innblikk i hva andre har jobbet med?

Disse instruksjonene var ment som en støttestruktur for refleksjon rundt hvordan man burde samle inn data som skulle vises for andre. Dette er noe som kan knyttes tett opp mot kritisk tenkning ved at man underveis vurderer hvordan man kan presentere data på en god måte.

Det ble også gitt instruksjoner på tavlen om hvordan man kan være en kritisk venn. Det var ment som støtte for at elevene skal bygge på hverandres innspill, og eventuelt være kritiske til andres ideer. Disse instruksjonene ble gitt i de delene av undervisningsopplegget hvor elevene skulle diskutere med hverandre:

- Prøv å få frem synspunktene til alle forskerne i gruppen.
- Vær en kritisk venn.

Vi trodde at denne støttestrukturen ville skape gode diskusjoner hvor alle elevene på gruppen fikk løftet frem sine forslag. Vi trodde også at elevene ville gi konstruktive tilbakemeldinger. Dette ved å stille spørsmål til det som var uklart med de andre elevenes forslag i diskusjonene. Vi har erfart at elever ikke følger opp andre elevers innspill. Derfor brukte vi denne støttestrukturen som en påminnelse om å gi konstruktiv kritikk.

Den siste støttestrukturen elevene fikk var det Knain og Kolstø (2019) kaller for forskermøter. Dette er en støttestruktur hvor flere elevgrupper som kalles for forskergrupper går sammen og diskuterer et tema. Forskermøtet er en støttestruktur som gir elevene mulighet til å forstå hvor de sto i prosjektets rammer, samtidig som de øver på en vitenskapelig norm (Knain og Kolstø, (2019). Ifølge Knain og Kolstø (2019) får denne øvelsen frem kritiske og konstruktive innspill fra medelever og andre forskergrupper. I tillegg vil forskermøter fremme rikere faglig utbytte enn ustrukturert elevprat.

Det var to grunner til at vi valgte å ha et forskermøte på slutten av undervisningsopplegget. Den ene grunnen var at elevene, i tilknytning til forskermøte, måtte strukturere funn og forklaringer de hadde opparbeidet seg underveis. Da ville de kunne komme til en felles tentativ konklusjon innad i gruppen basert på funnene deres. Den andre grunnen var at elevene i møte med andre forskergrupper kunne få ny innsikt i de utfordringene de hadde arbeidet med. Vi håpet at et slikt forskermøte ville løfte frem nye forslag, som igjen kunne vurderes basert på den informasjonen forskergruppene hadde tilegnet seg. Det kunne også vært fordelaktig med et forskermøte tidligere i opplegget, slik at gruppene fikk nye innspill til hvordan de skulle arbeide med utfordringen. Dette ble det dessverre ikke tid til ettersom arbeidet var omfattende, og vi kun hadde 8 skoletimer til rådighet.

Vi utarbeidet også et rammeverk for forskermøtet. Denne tok for seg aspekter ved eksperimentet elevene burde ha med i presentasjonen for de andre forskergruppene. I tillegg

informerte rammeverket om hvor mye tid forskergruppene hadde til rådighet. Dette rammeverket finnes i vedlegg (2).

3.4 Validitet, reliabilitet, generaliserbarhet og etikk

All forskning handler om å produsere gyldig og pålitelig kunnskap på en etisk måte (Merriam, 2016). Merriam (2016) hevder at det å kunne stole på forskningsresultater er spesielt viktig for faglærte innenfor anvendte felt. En lærer er for eksempel avhengig av å kunne være sikker på at en ny måte å undervise på, vil kunne overføres til hans eller hennes undervisning. Det vil med andre ord si at forskningen må være troverdig og overbevisende for andre. Firestone (1987) påpeker at rike beskrivelser må til for å overbevise leseren til å vurdere forskningen som sann. Derfor er det viktig at vi presenterer forståelsen og grunnlaget for konklusjonene våre på en tydelig og oversiktlig måte, slik at leserne kan vurdere disse selv. For å evaluere og diskutere en kvalitativ forsknings pålitelighet, må man redegjøre for validitet og reliabilitet, og etiske betraktninger (Merriam, 2016).

3.4.1 Validitet

Indre validitet handler om i hvilken grad forskningsfunnene stemmer overens med virkeligheten (Merriam, 2016). Med andre ord kan man si hvorvidt forskeren faktisk observerer det den sier den observerer. Ratcliffe (1983) hevder at datamaterialet ikke alltid kan være entydig, siden det alltid er noen som tolker og oversetter det. Videre kan observasjoner man gjør forandre på fenomenet eller hendelsen man står ovenfor, slik at det «riktige» bilde blir forskjøvet. Ord i datamaterialet kan også være abstrakte og symboliserende representasjoner av virkeligheten, men ikke virkeligheten i seg selv (Ratcliffe, 1983). Siden vi har videoopptak, og vi har vært til stede i klasserommet, er det bedre forutsetninger for oss å vite hva vi faktisk observerte. Da kjenner vi til kontekst og situasjon i videoopptakene, noe som gjør det lettere å forstå hva vi faktisk observerer. I tillegg til dette har vi muligheten til å stoppe opp og spole tilbake i de tilfellene vi er usikre på hva vi observerer i videoene. Det er noen få tilfeller hvor det ikke er mulig å høre eller se hva elevene sier eller gjør. Da dette kan gjøre til at noe tolkes feil, blir ikke disse situasjonene tatt med i forskningen.

I masterprosjektet vårt har vi som sagt brukt den kategoristyrte kvalitative innholdsanalysen som metode. Det krever at vi leser en god del teori på forhånd for å kunne utarbeide ett kategorisystem som kan brukes som analyseverktøy. Det vil med andre ord si at vi på forhånd av analyseringen i datamaterialet, har lest en god del teori om kritisk tenkning. Teoriene kan ha gitt oss bevisste forventinger om de elementene til kritisk tenkning som finnes i videoopptakene og i transkripsjonene. Disse subjektive forventingene påvirker hvordan vi tolker det innsamlede datamaterialet, men vi har vært bevisst på at verden kan ses annerledes ut enn slik vi forventer. Dette er noe Nilssen (2012) påpeker ved at subjektiviteten ikke er til å unngå i kvalitativ forskning, og at det derfor er viktig å være bevisst og reflektert til effekten subjektiviteten har. Dette må vi ta hensyn til for at tolkningene ikke skal gå utover troverdigheten til arbeidet. Vi må hele tiden tenke over hvordan vi kan minimere denne subjektive effekten ved å tenke over forventninger, forforståelser og verdier som kan spille inn på troverdigheten til masteroppgaven. Merriam (2016) viser til flere strategier for å forbedre den interne validiteten. En av disse strategiene går ut på å spørre kollegaer om å gå gjennom funnene, og se om de gir mening i forhold til datamaterialet. Gjennom hele masteroppgaveperioden har vi hatt samtaler sammen, og med veileder, angående metode og funn i masterprosjektet. På denne måten har vi aktivt brukt strategien til Merriam (2016), noe som kan være med på å kvalitetssikre funnene og metoden vår. Dette er med på å øke troverdigheten til masteroppgaven vår.

3.4.2 Reliabilitet

Tradisjonelt handler reliabilitet om i hvilken grad forskningsfunnene kan reproduseres av andre forskere. Denne tradisjonelle formuleringen passer til en kvantitativ forskning hvor studien til en viss grad kan kontrolleres. Derimot er den tradisjonelle reliabiliteten problematisk for vår kvalitative studie som forsker på mennesker. Merriam (2016) nevner blant annet at forskning på mennesker er utfordrende siden de stadig kan endre atferd. Selv om kvalitative studier ikke vil gi det samme resultatet i en reprodusert versjon, vil ikke dette svekke tillitten til funnene av studien. For en kvalitativ studie handler heller reliabilitet om funnene er konsistente med dataene som er samlet (Merriam, 2016). Det vil si at de utenforstående leserne kan se meningen med funnene som kobles opp mot datamaterialet i studien. I vårt tilfelle handler derfor reliabilitet om i hvilken grad leserne kan være enige i at de presenterte funnene gir mening.

En måte å hjelpe leseren på vei til å forstå og godkjenne funnene våre er å bruke den såkalte strategien «audit trail» (Merriam, 2016). Den innebærer at vi må forklare metodikken bak innsamlingen og analysen av datamaterialet. Dette for at metoden og funnene kan gjennomgås og eventuelt godkjennes av utenforstående lesere. Gjennom hele masterprosjektet har vi skrevet forskerlogg for å være bevisst på de valgene vi har tatt når det gjelder metode og funn. Disse valgene blir tydelig beskrevet i de delene av masteroppgaven de hører til, slik at leser er klar over dem, og kan ta dem til etterretning.

Slik det ble nevnt i delkapittel 3.4.1 om validitet, er også reliabilitet avhengig av forskeren sin bevissthet og refleksjon rundt sin subjektive tankegang. Samtidig er det viktig å nevne at det kan finnes ulike tolkningsmuligheter i analysen av masteroppgaven. Et eksempel på dette er at vi tolket det slik at det var lite vurderingssituasjoner hos elevene. En grunn til dette kan være at vi kan ha avgrenset analysekategoriene våre slik at de ikke fanget opp alle vurderingssituasjonene som finnes i materialet. Derfor er det viktig å være klar over det Nilsen (2012) sier om at man som forsker må sørge for at funnene gjenspeiler datamaterialet i prosjektet. En prosess vi gjennomgikk, for at funnene våre skal gjenspeile datamaterialet, var å kode en del av datamaterialet hver for oss. Videre sammenlignet vi hvilke koder som var forskjellige og hvilke koder som var like. Deretter forbedret vi kategoriseringssystemet, og gjennomførte prosessen en gang til. Dette fortsatte vi med til vi hadde definert kodene klart, slik at de kunne brukes med minst mulig tvetydighet i analysearbeidet.

Vi gjennomførte en interkoderreliabilitetstest hvor vi telte opp antall koder som var like for oss begge innenfor samme fase og innenfor samme dimensjon. Dette for å få et mål på hvor treffsikre og gode vi var til å kode data konsistent. Den forskeren som hadde flest antall koder i utraget satt standarden for totalt antall koder. Testen ble gjennomført to ganger, hvor vi etter første test gikk igjennom de innspillene vi hadde kodet ulikt, og prøvde å utarbeide kategorisystemet ytterligere. Dette for å oppklare uklarheter i hvordan vi forsto kategoriene. Resultatene fra testene vises under:

	Fase	Dimensjon
Test 1	$\frac{69}{113} = 61\%$	$\frac{69}{113} = 61\%$
Test 2	$\frac{61}{89} = 78\%$	$\frac{47}{89} = 53\%$

Tabell 1: Interkoderelabilitetstest

Utdragene som ble kodet ble tilfeldig plukket ut i materialet. Vi hadde ikke på forhånd bestemt hvilke innspill som skulle kodes. Derfor ble det kodede utdraget med flest koder brukt som totalt antall koder som finnes i nevneren. Tallene i telleren er antall koder hvor begge kodet lik fase eller dimensjon. I utdraget som bruktes til test 1 varierte innspillene til elevene mellom alle fasene, mens innspillene i test 2 nesten utelukkende befant seg i fasen eksperimentoppsett. Dette kan forklare den høye treffprosenten på faser i test 2. Det skal påpekes at det finnes bedre måter å måle interkoderelabiliteten på enn slik som det er gjort i denne masteroppgaven. Dette fordi at den ikke tar for seg om begge har kodet riktig på grunn av tilfeldigheter. For å kunne fange opp slike tilfeldigheter kan man bruke det Lydersen (2018) kaller Cohens (kappa), hvor to personer koder et gitt datamateriale, og sammenlikner dette med en fasit for hva som er riktige koder. På grunn av tidsbegrensning til en masteroppgave av dette omfanget, fant vi ikke to uavhengige parter som kunne teste kategorisystemet vårt. Derimot mener vi at tallene våre viser til et tilfredsstillende kategorisystem, ettersom mange av forskjellene i kodene lå i at den ene ikke hadde kodet et innspill som den andre hadde kodet. Derfor mener vi at en treffprosent på 50-80 % kan svare til et fungerende kategorisystem med 20 forskjellige kategorier. Dette på tross av at tilfeldigheten av at vi kodet likt ikke ble fanget opp i testene. Vi mener også at denne prosessen førte til at vi oppdaget noen situasjoner og innspill hvor kategorisystemet vårt ikke ga presise nok definisjoner til å kunne brukes. Denne prosessen brukte vi derfor til å utarbeide disse definisjonene slik det blir snakket om i delkapittelet 3.2.3.

Ifølge Merriam (2016) kan trianguleringsmetoder også brukes for å øke påliteligheten og reliabiliteten til en kvalitativ studie. Disse metodene går ut på å involvere flere forskere til å trekke konklusjoner, bruke flere metoder for å bekrefte funn, eller bruke flere teorier til å tolke og analysere datamaterialet. Vi fikk dessverre ikke tatt i bruk denne strategien, og det blant annet på grunn av at innsamling av data ble forsinket på grunn av koronasituasjonen. Derimot

har vår veileder sett på funnene og metoden vår med kritiske øyner, og vi har begge diskutert oss imellom, hvor vi har vært uenige. På denne måten har vi trukket inn flere synspunkter, men vi skulle gjerne tatt med flere i denne prosessen.

3.4.3 Generaliserbarhet

Generaliserbarhet, eller det man kan kalle for ekstern validitet, handler om i hvilken grad studiens funn kan overføres til andre situasjoner (Merriam, 2016). En kritisk side av funnene fra kvalitative studier er at de ikke gir grunnlag for statistisk generalisering. Derimot finnes det andre typer generaliseringer som passer for kvalitative studier. Firestone (1993) har tatt en nærmere titt på denne kritiske siden hvor han legger frem tre argumenter for generaliserbarhet i kvalitativ forskning.

Det første argumentet baserer seg på å generalisere funn fra et utvalg til en større populasjon. For at dette skal være noe som helst generaliserbart, må dataene inneholde store tilfeldige utvalg. I vårt tilfelle ser vi på to elevgrupper i en klasse, og dermed kan ikke dette argumentet brukes for generaliserbarheten i vår forskning.

Det andre argumentet som Firestone (1993) legger frem er analytisk generalisering. Dette handler om i hvor stor grad funnene fra forskningen kan bidra med å videreutvikle, bekrefte eller utdype en eksisterende teori. Ifølge Firestone (1993) vil en studie øke sin generaliserbarhet ved å bygge på og videreutvikle en eksisterende teori. I vårt masterprosjekt har vi tatt utgangspunkt i Dewey (1910) sine dimensjoner om kritisk tenkning, og Duschl (2003) sine fire faser, til å analysere funn av elevers bruk av kritisk tenkning i et eksperiment. Det at vi nyanserer Dewey (1910) og Duschl (2003) sine teorier i en situasjon med utforskende eksperimentelt arbeid, kan være med på å videreutvikle teoriene. Dette kan være med på å øke generaliserbarheten for studien vår.

Det tredje argumentet til Firestone (1993) er case-to-case generalisering, og han mener at det er den mest brukte innenfor kvalitativ forskning. Denne generaliseringen oppstår når man vurderer og overfører forskningsfunn fra en kontekst til en annen kontekst (Firestone, 1993). I vår forskning blir dette aktuelt da vi tester Dewey (1910) og Duschl (2003) sine teorier opp mot fysikkelevers bruk av kritisk tankegang i et utforskende eksperimentelt arbeid. Da kan eventuelt leseren ta med seg funnene våre inn i deres undervisning med fysikkelever. Dette er da opp til den aktuelle leser, og det må vurderes om konteksten i studien er overførbart til deres kontekst.

Vi kan hjelpe leseren med å ta denne vurderingen ved å ta i bruk det som kalles for tykke beskrivelser (Merriam, 2016). Dette går ut på å gi leser en beskrivelse av deltagerne og konteksten det forskes i, samtidig som det er en detaljert beskrivelse av funnene med evidens i form av sitater fra deltagerne. På denne måten kan leser se om det er en sammenheng mellom studien og deres situasjon. I vår masteroppgave har vi vært nøye med å beskrive utvalget og konteksten vår på en tydelig måte, og vi vil vise til sitat for å bevise funnene våre. Ifølge Merriam (2016) og Firestone (1993) vil vi da styrke case-to-case generaliserbarheten til våre funn. På bakgrunn av dette kan det være verdt å nevne at skolen vi hentet materialet fra er kjent for at elevene må ha et høyt karaktersnitt fra ungdomskolen for å komme inn. Dette kan bety at elevene vi observerte presterer bedre enn elevene på den gjennomsnittlige videregående skolen i Norge. I tillegg er materialet basert på en fysikk 2 klasse, hvor det ofte er engasjerte og skoleflinke elever som deltar.

3.4.4 Etikk

I studier hvor man samler inn datamateriale som baserer seg på menneskelig adferd dukker det opp etiske spørsmål man som forsker må ta hensyn til. Patton (2015, sitert i Merriam, 2016) sier at troverdigheten til en studie avhenger mye av de etiske standpunktene til forskeren. Med dette menes det at en forsker som forholder seg til strenge metodiske regler, for hvordan man skal gjennomføre et forskningsprosjekt, ofte øker troverdigheten til studien. I vårt forskningsprosjekt har vi underveis vært veldig opptatt av at prosessen skal være ryddig med å anonymisere elevene. Vi har underveis lagret råmaterialet fra kameraer og båndopptakere på sikre nettverk knyttet til universitet, slik at vi er sikre på at de ikke kommer på avveie. Vi har også vært påpasselig med å aldri nevne de virkelige navnene til elevene i nedskrevet materiale. Derfor mener vi at vi har vist hensyn til elevenes krav på å være anonyme i overføringen fra råmateriale til tekst.

Stakes (2005, sitert i Merriam, 2016) sier at man som forsker i en kvalitativ studie er gjest i deltagerens private verden og at man derfor må vise gode manerer og ta etiske valg. Det er derfor viktig at man som forsker ikke tar på seg en rolle som ikke er passende for situasjonen. Dette kan være et problem som oppstår hvis man har dybdeintervjuer over en lang periode hvor forskeren virkelig kommer på innsiden av deltagerens private sfære. For oss så var ikke dette en stor utfordring ettersom vår jobb besto i å observere og til tider informere om

undervisningsopplegget. Utenom dette opplevde elevene et normalt undervisningsopplegg som de ellers ville gjennomført uten oss til stede. Derimot fikk vi innblikk i elevenes faglige svakheter, og noen private samtaler dem imellom. Det var derfor viktig at vi forholdt oss profesjonelle til innblikket vi fikk i elevenes liv.

Det kan også dukke opp etiske spørsmål knyttet til analysedelen av masteroppgaven. Merriam (2016) sier at forskeres tolkning av datamateriale kan være feil sammenlignet med hvordan elevene opplever situasjonen. Ettersom forskeren ofte er alene både med innsamling og analyse, hviler det et stort ansvar på at man gjør en god jobb med å fremheve alle funn i materialet. Et tiltak forskeren kan gjøre er det Merriam (2016) kaller for en «memberchecking». Her går forskeren tilbake til deltagere med funn og spør dem om de kjenner seg igjen i disse funnene. Vi har en teoristyrte analyse hvor det på tross av dette blir vanskelig å be elevene om å kvalitetssikre tolkningene våre. I tillegg tror vi det vil være vanskelig for elevene å bekrefte eller avkrefte funn. Dette med tanke på at de har hatt veldig mange varierte samtaler i løpet av undervisningsopplegget. Vi tror det er lettere å gjøre «memberchecking» hvis man gjennomfører intervjuer hvor deltagere er mer bevisst på hva som blir sagt til enhver tid. Derimot har vi brukt mye tid på å diskutere hva som er riktige funn i datamaterialet. Vår veileder har også vært aktivt deltagende i denne prosessen og forløpende kommet med innspill. Som nevnt i kapittel 3.4.1 vil innsamling av data gjennom videoopptak gi mindre rom for feiltolkninger under transkriberingsprosessen. Dette fordi flere detaljer blir tydeliggjort enn gjennom båndopptaker eller skriftlige notater. Dette styrker vår tro på at vi hovedsakelig har tolket datamaterialet riktig, noe som er viktig for å vise respekt til utvalget. I tillegg vil det gi et sannferdig bilde av data som deltagerne bidro med.

Vi tenker at en slik studie kun skal vurdere de faglige innspillene til elevene med hensyn på kritisk tenkning. Derfor har vi vært nøye med å ikke ta med samtaler som karakteriseres utenfor fokusområde i analysearbeidet. Vi mener studien bærer preg av å ikke se på forskjeller mellom kjønn og personlige preferanser og egenskaper når vi analyserer. Dette håper vi bidrar til at deltagerne i studien ikke føler seg utlevert på noen måte.

Frivillige deltagelse i studien er viktig ifølge Merriam (2016). Deltagerne må få tilstrekkelig informasjon om hva studien innebærer. Vi måtte også dokumentere at samtlige deltagere samtykker. Arbeidet med samtykkeerklæringen begynte vi på noen måneder før forskningsprosjektet startet. Vi var i tett dialog med deltagereskolen og fikk godkjent et

Samtykkeskjema fra Norsk Senter for Forskningsdata. I tiden før vi skulle inn å observere hadde vi tett dialog med faglærer som igjen hadde dialog med elevene om forskningsprosjektet. På grunn av Covid-19 situasjonen fikk vi ikke mulighet til å møte elevene før første datainnsamlingsdag. Da hadde elevene hatt tilgang på informasjonsskrivet i flere dager og blitt muntlig informert av faglærer. Vi var også påpasselige med å ikke skru på kamera før vi var sikre på at samtlige i rommet hadde skrevet under på papirene og samtykket. Samtykkeskjema ligger som vedlegg (3) nederst i masetoppgaven.

4.0 Resultater

Dette kapitlet i masteroppgaven er tredelt. Først kommer resultatene ved utarbeiding av kategorisystemet som er beskrevet i metoden. Deretter kommer en oversikt over antall koder i de forskjellige fasene beskrevet i diagrammer, samt en prosentvis fordeling av disse. Til slutt blir det vist til kodete utdrag fra transkripsjonene. Disse konkretiserer funn av kritisk tenkning som vi skal diskutere senere i masteroppgaven.

4.1 Resulterende kategorier for analysen

Her blir de ulike kategoriene for analysearbeidet presentert. Som sagt baserer de seg på Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning og Duschl (2003) sine fire faser innenfor utforskende problemløsning.

4.1.1 Dimensjoner innenfor kritisk tenkning i eksperimentoppsettsfasen (E)

Oppsettsutfordring (E1)

I denne kategorien kan elevene møte på utfordringer knyttet til hvordan utstyrskomponentene fungerer, og hvordan disse brukes i eksperimentoppsettet. Utfordringer knyttet hvordan komponentene brukes sammen i utstyrssoppsettet vil også bli plassert i denne kategorien. Innspill som kan svares raskt på med en enkel etterspørsel etter fakta eller detaljorientering vil ikke bli plassert i denne kategorien.

Oppsettsdetaljer (E2)

Elevene kan starte en prosess hvor de etterspør og leter etter fakta eller detaljer rundt utstyrskomponenter som inngår i eksperimentoppsettet. Leteprosessen kan besvares raskt ettersom de er knyttet til enkle fakta-detalljer som gir svar på etterspørselen. Utsagnene her kan være preget av usikkerhet rundt detaljer i oppsett-komponentene. Innspill i denne kategorien vil videre kunne føre til forslag knyttet til eksperimentoppsettet.

Oppsettsforslag (E3)

Her plasseres elevinnspill som tar for seg et tentativt forslag uten begrunnelse til bruk og funksjon av utstyrskomponentene. Forslag til hvordan utstyrskomponentene brukes sammen plasseres også i denne kategorien. Vi mener det er viktig at innspillet ikke skal være spørrende og letende, men være preget av en bestemthet, uavhengig om forslaget viser seg å stemme overens med et godt oppsett. Dette for å kunne skille mellom kategori oppsettsdetaljer (E2) og oppsettsforslag (E3).

Oppsettsforklaringer (E4)

Denne kategorien tar for seg innspill hvor begrunnede forslag for bruk og funksjon av utstyrskomponenter blir uttrykt. Det som skiller denne kategorien og oppsettsforslag (E3) er at forslagene utdypes med et resonnement som støtter eller svekker forslagene. Slike forslag med resonnement eller begrunnelse har vi definert som forklaringer. I denne kategorien handler forklaringene om hvordan utstyrskomponenter i eksperimentoppsettet fungerer eller hvordan de brukes enkeltvis eller sammen.

Oppsettsvurderinger (E5)

I denne kategorien kan elevene komme med innspill som vurderer forslag knyttet til utfordringer som stammer fra de andre kategoriene i eksperimentoppsettet. Det som kjennetegner disse innspillene er at elevene foreslår testing av komponentene, tester ut komponentene og vurderer testene. Dette for å komme med nye forslag til bruk og funksjon av komponentene i eksperimentoppsettet.

4.1.2 Dimensjoner innenfor kritisk tenkning i observasjonsfasen (O)

Observasjonsutfordring (O1)

I denne kategorien uttrykker elevene en utfordring som baserer seg på at de ikke forstår hva de observerer. De stiller seg undrende til hva de faktisk ser/lukter/hører i observasjonene sine.

Observasjonsdetaljer (O2)

I denne kategorien starter elevene en prosess hvor de etterspør og leter etter kjennetegn i detaljene knyttet til observasjonene deres. Denne prosessen kan også innebære at de prøver å finne ut hvilken kontekst observasjonene hører til. I dette tilfellet viser ordet kontekst til den delen av eksperimentet observasjonen befinner seg i. Med andre ord leter elevene etter hva som kjennetegner det de ser/lukter/hører, og hvilke detaljer de spør etter i observasjonene.

Observasjonsforslag (O3)

Her kommer elevene med innspill som gir tentative forslag uten begrunnelse på detaljene og kjennetegnene som identifiserer observasjonene de gjør. Forslagene baserer seg på hva elevene ser, lukter eller hører, og har ingen usikkerhet knyttet til seg. Det betyr ikke at forslagene må være riktige, men at elevene uttrykker et forslag uten at de er i en leteprosess etter svar fra medelever. Forslagene deres kan videre brukes til å vurdere observasjonenes faglige relevans for eksperimentet.

Observasjonsforklaringer (O4)

I denne kategorien kan elevene komme med forslag til hva de observerer, og hvor de også begrunner observasjonsforslaget. Dette kaller vi for en observasjonsforklaring. Elevene kan for eksempel forklare hvorfor de mener de ser/lukter/hører det de observerer. Eksempelvis “Jeg ser sot, fordi strømmen i ledningen overføres til varmeenergi av motstanden”.

Observasjonsvurderinger (O5)

Her plasseres elevinnspill som vurderer observasjonsforslag gjennom testing av detaljer, og som videre kan forsterke eller avkrefte deres forståelse av hva de observerer. Her kan også forslagene forkastes dersom de ikke stemmer overens med hva de finner ut av i testingen, og at nye observasjonsforslag kan bli løftet frem.

4.1.3 Dimensjoner innenfor kritisk tenkning i mønsterfasen (M)

Mønsterutfordring (M1)

I denne kategorien kommer elevene med innspill som uttrykker en utfordring knyttet til de mønstrene de ser i to eller flere observasjoner. Det kan være at elevene ikke klarer å kartlegge likheter eller forskjeller som finnes i disse observasjonene.

Mønsterdetaljer (M2)

Elevene kan i denne kategorien etterspørre og lete etter sammenhenger og variasjoner knyttet til to eller flere observasjoner. Det kan være at de leter etter detaljer i de ulike observasjonene, som kan hjelpe dem videre på vei med å kartlegge likheter og forskjeller i disse observasjonene. Etterspørsel etter detaljer i observasjonene må enkelt kunne svares på, hvis ikke vil innspillene havne i kategorien mønsterutfordring (M1).

Mønsterforslag (M3)

Her ser vi etter konkrete tentative forslag uten begrunnelser som beskriver likheter og forskjeller i to eller flere observasjoner. Det kan også være innspill som uttrykker hvilken type mønster observasjonene består av. Eksempler på ulike typer mønstre kan være grafer, funksjoner, eller andre sammenhenger observasjonene karakteriseres av.

Mønsterforklaring (M4)

Elevene kommer med en forklaring til hvilke mønstre som beskriver to eller flere observasjoner de har gjort. Her ser vi etter begrunnelser av forslag til mønstre som baserer seg på blant annet sammenhenger, forskjeller, variasjoner og mangler i observasjoner. Disse begrunnelsene vil danne grunnlag til mønsterforklaringene de finner i eksperimentet.

Mønstervurdering (M5)

Mønsterforslag som vurderes gjennom testing plasseres i denne kategorien. Vi kan se etter elevinnspill som karakteriseres av å skaffe mer data, eller prøver å minske variasjoner når de tester. Elevinnspill som ikke fører til fysisk testing av mønstrene de har funnet, men som vurderes opp imot medelevers tolkninger av mønstre, vil også bli plassert i denne kategorien.

4.1.4 Dimensjoner innenfor kritisk tenkning i årsaksfasen (Å)

Årsaksutfordring (Å1)

I denne kategorien uttrykker elevene en utfordring knyttet til hvilke teorier eller fenomener som kan være årsaken til funn og mønstre av observasjoner i eksperimentet. Elever kan også ha en erfaringsbasert forventning om hvilke årsaker som ligger til grunn i forkant av en eksperimentutførelse. Det er derfor viktig at disse blir inkludert i denne kategorien og i de andre årsaks-kategoriene.

Årsaksdetaljer (Å2)

Her kategoriseres elevinnspill som etterspør detaljer og faktaopplysninger i hva årsaken av eksperimentutfallet kan være. Dette kan både være detaljer rundt kjente eksisterende teorier, men også detaljer knyttet til forkunnskaper og erfaringer som elevene bærer med seg. Et eksempel som kan plasseres her er en etterspørsel etter en parameter i en formel eller en detalj i en teori.

Årsaksforslag (Å3)

Innspill som uttrykker et forslag som gir en årsak til eksperimentutfallet, både før og etter eksperimentutførelsen, kategoriseres som årsaksforslag (Å3). Disse forslagene kan basere seg på kjente teorier innenfor fysikkfaget eller forkunnskaper og erfaringer elevene har fra før. Det er viktig å påpeke at forslag som videre blir begrunnet ikke plasseres i denne kategorien.

Årsaksforklaring (Å4)

I denne kategorien vil innspill med en forklaring av årsaken til eksperimentutfallet plasseres. Forklaringene må basere seg på en begrunnelse på hvorfor teorier, forkunnskaper eller erfaringer kan belyse årsaken til eksperimentutfallet. Det er viktig å nevne at innspill både i forkant og etterkant av eksperimentutførelsen, vil bli tatt med i denne kategorien.

Årsaksvurdering (Å5)

Elevinnspill som vurderer årsaksforslag ved å skaffe seg ny kunnskap gjennom testing plasseres i denne kategorien. Vi ser etter innspill hvor elevene stiller seg kritiske til sine årsaksforslag ved at dem ikke samspiller med data eller kjente teorier. I tillegg til dette ser vi etter om elevene kommer frem til nye årsaksforslag som baserer seg på den nye kunnskapen de får gjennom testingen deres.

4.1.5 En oversikt over dimensjoner innenfor kritisk tenkning i de fire fasene

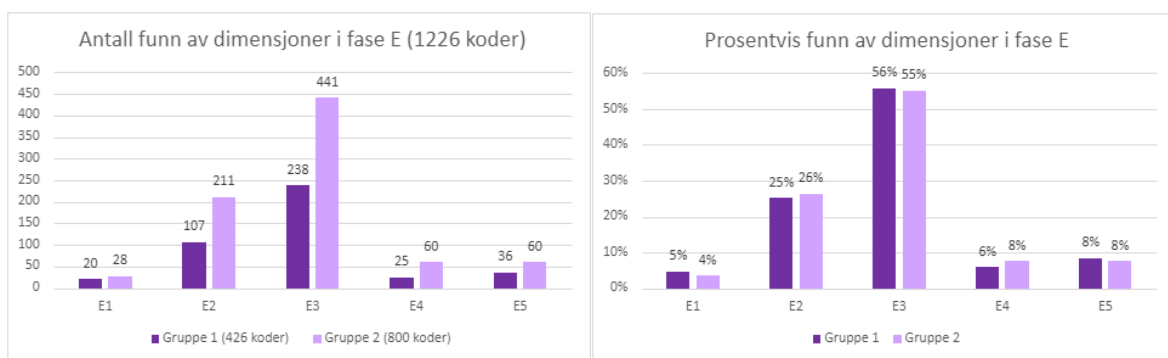
Under finnes en oppsummering av alle kategoriene presentert i forrige delkapittel. I hver del av kjennetegnmatrisen vil kategoriene ha en kort forklaring for å gi en oversikt over hvordan transkripsjonene i masteroppgaven kodes.

	Eksperimentoppsett (E)	Observasjon (O)	Mønstre (M)	Årsaker (Å)
<u>Utfordringer (1)</u>	Oppsettsutfordring (E1) - Elevinnspill som uttrykker utfordringer knyttet til eksperimentoppsettet	Observasjonsutfordring (O1) - Elevinnspill som uttrykker utfordringer knyttet til observasjoner	Mønsterutfordring (M1) - Elevinnspill som uttrykker utfordringer knyttet til å finne mønstre i observasjoner	Årsaksutfordring (Å1) - Elevinnspill som uttrykker utfordringer knyttet til årsaken bak observasjoner eller mønstre
<u>Detaljørorientering (2)</u>	Oppsettsdetaljer (E2) - Elevinnspill som etterspør detaljer i eksperimentoppsettet	Observasjonsdetaljer (O2) - Elevinnspill som etterspør detaljer i observasjoner	Mønsterdetaljer (M2) - Elevinnspill som etterspør detaljer i mønstre for å finne likheter og forskjeller i observasjoner	Årsaksdetaljer (Å2) - Elevinnspill som etterspør detaljer i teorier og forkunnskaper for å finne årsak til eksperimentutfallet
<u>Forslag (3)</u>	Oppsettsforslag (E3) - Elevinnspill som uttrykker et forslag om funksjon eller bruk av eksperimentoppsettet	Observasjonsforslag (O3) - Elevinnspill som uttrykker et forslag til hva elevene lukter, ser og hører	Mønsterforslag (M3) - Elevinnspill som uttrykker et forslag til hvilke mønstre som finnes i observasjonene	Årsaksforslag (Å3) - Elevinnspill som uttrykker et forslag til hvilke årsaker som ligger bak eksperimentutfallet
<u>Forklaring (4)</u>	Oppsettsforklaring (E4) - Elevinnspill som uttrykker en forklaring om funksjon eller bruk av eksperimentoppsettet	Observasjonsforklaring (O4) - Elevinnspill som uttrykker en forklaring til hva elevene lukter, ser og hører	Mønsterforklaring (M4) - Elevinnspill som uttrykker en forklaring til mønstrene som finnes i observasjonene	Årsaksforklaring (Å4) - Elevinnspill som uttrykker en forklaring til hvilke årsaker som ligger bak eksperimentutfallet
<u>Vurdering (5)</u>	Oppsettsvurdering (E5) - Elevinnspill som uttrykker en vurdering knyttet til bruk eller funksjon av eksperimentoppsettet	Observasjonsvurdering (O5) - Elevinnspill som uttrykker en vurdering knyttet til hvordan de kan fastslå hva de observerer	Mønstervurdering (M5) - Elevinnspill som uttrykker en vurdering av mønsterforslag	Årsaksvurdering (Å5) - Elevinnspill som uttrykker en vurdering av årsaksforslag

Tabell 2: Kjennetegnsmatrise til kategoriene for kritisk tenkning

4.2 En oversikt over antall koder i hver kategori

I diagrammene nedenfor presenteres en oversikt over hvor de kodete innspillene plasserte seg i kategorisystemet. Materialet baserer seg på totalt 692 kodete innspill for gruppe 1 og 1149 for gruppe 2. Grunnen til at vi tar med denne oversikten er for å sette tall på hvor mange kodete innspill som finnes innenfor hver kategori. Da kan vi se på hvilke dimensjoner innenfor kritisk tenkning det finnes mye av, og hvilke dimensjoner vi ser lite av innenfor de ulike fasene. Vi tar både med diagrammer som viser totalt antall kodete innspill innenfor en fase, og den prosentvise fordelingen av hver dimensjon innenfor hver fase.

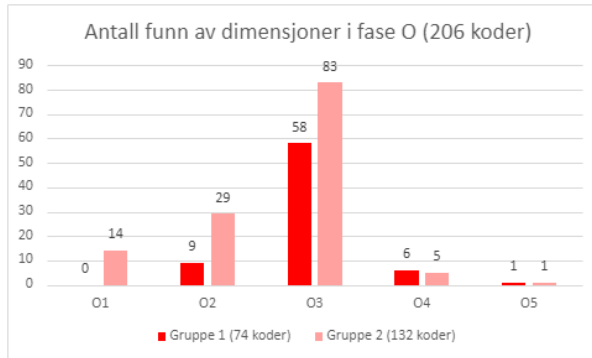


Figur 2: Totalt antall koder i fasen eksperimentoppsett Figur 3: Prosentvis fordeling av koder i fasen eksperimentoppsett

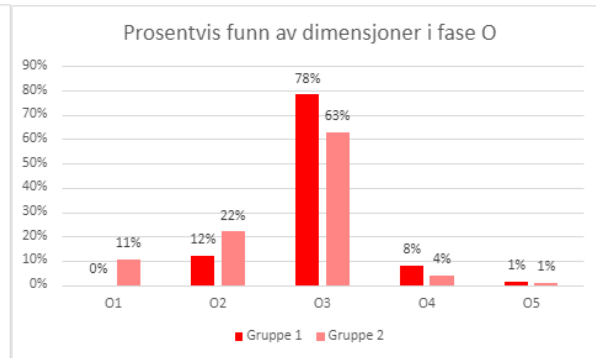
Vi ser at flesteparten av de kodete innspillene befinner seg i fasen eksperimentoppsett for begge gruppene. Gruppe 1 har totalt 426 av 692 kodete innspill i eksperimentoppsettsfasen (E), og gruppe 2 har 800 av 1149 kodete innspill i denne fasen.

Med tanke på dimensjonene innenfor kritisk tenkning så ser vi at begge gruppene kommer med flest innspill innenfor kategorien oppsettsforslag (E3). Det vil si forslag til bruk og funksjon av eksperimentoppsett. Kategorien oppsettsdetaljer (E2) utgjør ca. en fjerdedel av kodematerialet innenfor eksperimentoppsettsfasen (E). Vi legger også merke til at oppsettsforklaringer (E4), som gir begrunnelser for forslag til eksperimentoppsettet, og oppsettsvurderinger (E5), som vurderer bruk og funksjon av eksperimentoppsettet, i mindre grad er representert i kodene. Dette kan skyldes at oppsettsforslag (E3) som kommer etter en oppsettsvurdering (E5) ikke ble kodet videre som oppsettsvurdering (E5), men kodet som oppsettsforslag (E3). Oppsettsutfordringer (E1), hvor eleven møter utfordringer knyttet til utstyret, finnes det lite innspill av fra begge gruppene.

Oppsummert ser vi at elevene kommer med flest innspill innenfor detaljorientering og forslag i fasen eksperimentoppsett (E). Det finnes relativt lite av innspill knyttet til utfordringer, forklaringer og vurderinger i denne fasen.



Figur 4: Totalt antall koder i fasen observasjon

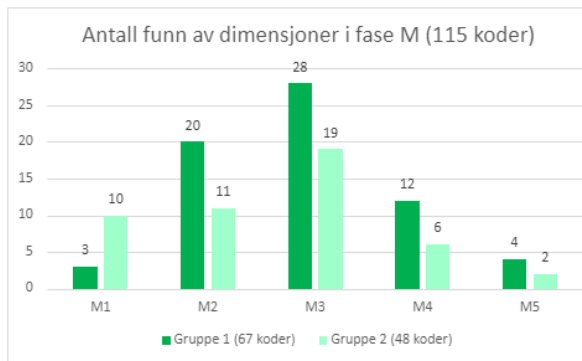


Figur 5: Prosentvis fordeling av koder i fasen observasjon

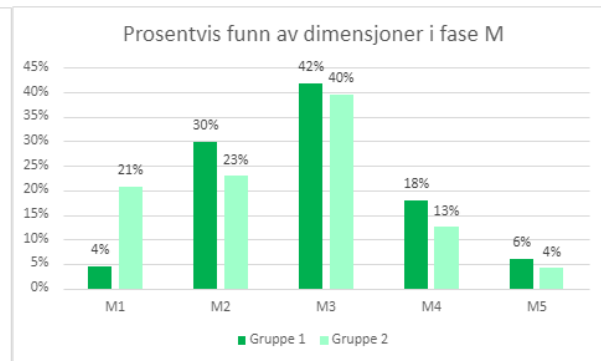
Diagrammene over viser til de ulike dimensjonene innenfor observasjonsfasen (O), og hvor mange innspill som ble plassert i hver dimensjon. Figur 4 viser at totalt antall innspill i denne fasen er betydelig mindre enn i eksperimentoppsettsfasen (E). I observasjonsfasen (O) er relativt mange av innspillene i kategorien observasjonsforslag (O3), hvor elevene uttrykker forslag til hva de observerer. Vi ser at kategorien som er blitt brukt nest mest til å kode innspill er observasjonsdetaljer (O2), hvor elevene etterspør detaljer og kjennetegn til hva de observerer. Observasjonsforklaring (O4) og observasjonsvurdering (O5), hvor elevene henholdsvis begrunner og vurderer forslag til det de observerer, finnes det relativt få kodede innspill av. Kodede innspill fra kategorien observasjonsutfordring (O1) er ikke representert i det hele tatt for gruppe 1, og gruppe 2 har forholdsvis få av disse. Dette er en dimensjon hvor elevene uttrykker en utfordring knyttet til hva de ser, lukter eller hører.

En grunn til at det er relativt få kodede innspill i observasjonsfasen (O) i forhold til eksperimentoppsettsfasen (E), kan være at vi har begrenset fasen til å gjelde innspill hvor elevene ser, lukter eller hører noe knyttet til selve gjennomføringen av forsøket. Med dette menes det at innspill knyttet til deler av oppsettet er kodet i eksperimentoppsettsfasen (E), fordi de observerer noe som hører til enkeltkomponenter i oppsettet.

Kort oppsummert kjennetegnes elevinnspillene i observasjonsfasen (O) av at elevene gir forslag til hva de ser, lukter eller hører mens de tester el-motoren. Innspill som knyttes til utfordringer, detaljer, forklaringer og vurderinger til hva elevene observerer finnes det relativt få av i datamaterialet.



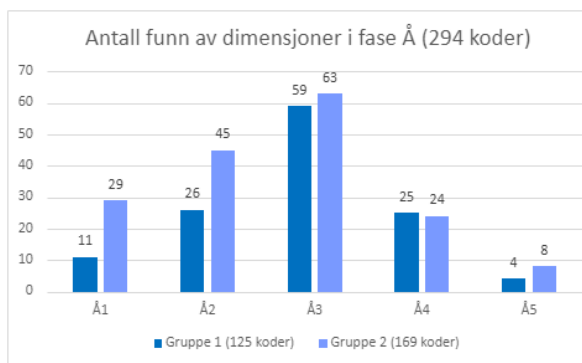
Figur 6: Totalt antall koder i fasen mønstre



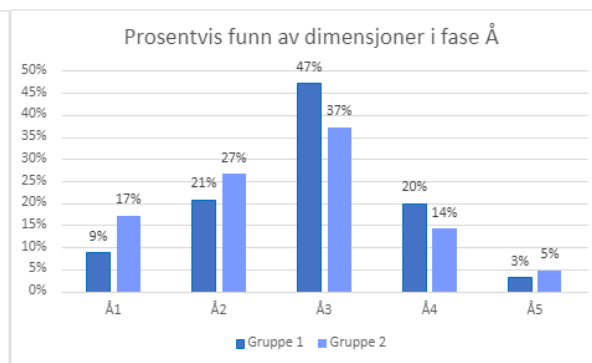
Figur 7: Prosentvis fordeling av koder i fasen mønstre

Diagrammene over presenterer dimensjonene som befant seg i fasen hvor elevene uttrykker at det er mønstre (M) i observasjonene, som er knyttet til utførelsen av eksperimentet. Figur 6 viser at det totalt sett er relativt få innspill (115 stk.) fra materialet som blir kodet i mønsterfasen (M). I figur 7 ser vi den prosentvise fordelingen av dimensjoner i mønsterfasen (M). Der ser vi at gruppe 2 ser ut til å ha en relativt større andel kodete innspill av mønsterutfordringer (M1) i forhold til gruppe 1. Diagrammene viser at gruppe 2 møtte på flere utfordringer knyttet til å finne mønstre til de observasjonene de gjorde. Ellers er fordelingen av dimensjoner innenfor mønsterfasen (M) ganske lik blant gruppene. Gruppe 2 har derimot litt høyere prosentvis fordeling på utfordringsdimensjonen (M1) i mønsterfasen (M) enn i observasjonsfasen (O) og eksperimentoppsettsfasen (E). Vi ser videre at det er relativt sett flest kodete innspill av mønsterdetaljer (M2) og mønsterforslag (M3) for begge gruppene. Begrunnelser for, og vurderinger av forslag til mønstre, er det relativt mindre av i materialet. Disse kategoriene er henholdsvis gitt som mønsterforklaringer (M4), og mønstervurderinger (M5).

Oppsummert kjennetegnes innspillene i fasen mønstre (M) av at elevene etterspør detaljer, og gir forslag knyttet til likheter og forskjeller mellom observasjoner. Det er klart mindre snakk om utfordringer, forklaringer og vurderinger som knyttes til hvordan elevene finner disse likhetene og forskjellene.



Figur 8: Totalt antall koder i fasen årsaker



Figur 9: Prosentvis fordeling av koder i fasen årsaker

I de to diagrammene over ser vi fordelingen av kodete innspill innenfor fasen årsaker (Å). Dette er den fasen med nest flest kodete innspill, etter eksperimentoppsettsfasen (E). Kategorien årsaksforslag (Å3) har relativt sett flest kodete innspill for begge gruppene i årsaksfasen (Å). I denne kategorien kommer elevene med innspill som gir et forslag til hva årsaken til eksperimentutfallet kan være. Forklaringsdimensjonen (4) representeres forholdsvis bedre i årsaksfasen (Å) enn i eksperimentoppsettsfasen (E), og observasjonsfasen (O). Vi ser også at elevene relativt ofte støter på problemer knyttet til årsaker, og etterspørring etter detaljer rundt årsaker. Disse kodete innspillene blir plassert henholdsvis i kategoriene årsaksutfordring (Å1) og årsaksdetaljer (Å2). Den kategorien som hadde minst innspill var kategorien årsaksvurdering (Å5), hvor elevene tester sine egne årsaksforslag.

Kort oppsummert kjennetegnes elevinnspill i årsaksfasen (Å) av at elevene kommer med forslag til hvorfor el-motoren roterer. Elevene etterspør også detaljer og kommer med begrunnelser til forslagene sine i denne fasen. Innspill som vurderer årsaksforslag finnes det relativt lite av.

4.2.1 En kort oppsummering av antall koder i hver kategori

Diagrammene ovenfor viser at innspillene hovedsakelig plasseres i forslagsdimensjonen (3) i alle fasene som finnes i datamaterialet. Innspill som kodes med dimensjonen hvor elevene etterspør detaljer (2) finnes det også relativt mange av, og det uavhengig av hvilken fase elevene befinner seg i. Elevinnspill som uttrykker en utfordring finnes det relativt sett mer av i mønsterfasen (M), og i årsaksfasen (Å), enn i de to andre fasene. Dimensjonen hvor elevene

kommer med begrunnelser til forslag (4) er det relativt sett flere av i årsaksfasen (Å) enn i de tre andre fasene. Det er relativt få innspill som uttrykker vurderinger av forslag i alle fasene i materialet.

4.3 Funn av kritisk tenking i samtaler mellom elevene

For å forstå bedre elevenes kritiske tenkning, og å kunne lage hypoteser på hva som kjennetegner elevenes kritiske innspill i de ulike fasene, vil vi i resten av resultatkapitlet ta for oss eksempler som gir innhold til de trendene vi nevner i avsnittet over. Videre vil vi se på en samtale innenfor hver fase som tar for seg de dimensjonene innenfor kritisk tenkning det relativt sett var mest av i vårt datamateriale, nemlig detaljdimensjonen (2) og forslagsdimensjonen (3). Disse samtalene vil bli tatt med på grunn av at det er slike samtaler det finnes mest av. I diskusjonsdelen vil vi ta for oss om også disse samtalene kan defineres som kritisk tenkning. Det vil også bli vist samtaler som inneholder de dimensjonene innenfor kritisk tenkning det finnes relativt få av, og hvordan de samspiller med detaljdimensjonen (2) og forslagsdimensjonen (3). Dette for å se på forskjeller mellom disse samtalene, og diskutere forskjellene i lys av kritisk tenkning. Et annet viktig poeng med dette er å fremme bredde og variasjon i elevers kritiske tenkning slik dem kommer til uttrykk i samtalene. Til slutt skal vi ta for oss to samtaleeksempler fra transkripsjonene hvor alle fasene er inkludert. Dette er for å se om en samtale som kombinerer de ulike fasene kan kjennetegnes av at elevene tenker kritisk. Gruppe 1 og gruppe 2 hadde tilnærmet lik prosentvis fordeling av dimensjonene i de ulike fasene. Derfor vil vi presentere eksempler uavhengig av hvilken gruppe det er, men vi noterer hvilken gruppe eksempelet stammer fra.

4.3.1 Samtaler hvor elevene har diskusjoner innenfor detaljdimensjonen (2) og forslagsdimensjonen (3)

Samtale om eksperimentoppsett knyttet til stativet - fokus på detaljer og forslag, men ikke begrunnelser og vurderinger

Elevene i gruppe 1 er i gang med å bygge el-motoren som de skal bruke videre i eksperimentet. De prøver å finne en løsning på hvordan de skal feste fyrstikkesken med strikkepinnen til

stativet. Her er det både snakk om bruk av teip, og at strikkepinnen skal stikkes gjennom fyrstikkesken. I tillegg snakker elevene om hvordan de skal få minst mulig friksjon mellom strikkepinnen og bordet hvor den skal rotere.

Gunnar Da må vi teipe i toppen da *Peker på toppen av stativet* <Kode: E3>

Jakub Ja.

Gunnar Så går vi under sånn *Begynner å teipe under i toppen av stativet*.

Prøve å ikke bøye den så mye da. <Kode: E3>

De har festet en pappbit som strikkepinnen går igjennom på toppen av stativet.

Jakub Vent da. Har vi en sånn liten metallklump? <Kode: E3>

Kai Ja, en liten sirkel. <Kode: E3>

Jakub begynner å surre kobbertråd rundt en trepinne.

Gunnar Vi vil ikke ha mer da så vi vet at den nøyaktig treffer?

Ånei det var til den ja. *Peker på el-motoren*

Jakub Sånn. *Legger kobbertråden på bordet*.

Skal vi teipe den til bordet? <Kode: E2>

Gunnar Ja. <Kode: E3>

Jakub Men da vil den spinne på ...

Nei da, den spinner sikkert best på bordet <Kode: E3>

Gunnar Ja. Jeg kunne ønske vi hadde enda bedre underlag.

Har vi tenkt på det? Har vi såpe? <Kode: E2>

Gunnar Ååå. Nei det tror jeg ikke vi får lov til.

Men hvis vi smører såpe under. <Kode: E3>

Elvin, Jørn og Vårild kommer i eksempelet over med innspill som tar for seg hva de ser på rotasjonsmåleren. Ettersom de kun gjentar hva som står på måleren, og ikke stiller seg kritiske til de målingene de får, vil innspillene ikke kodes som observasjonsforklaringer (O4) eller observasjonsvurderinger (O5). Med tanke på kritisk tenkning vil dette si at elevene ikke eksplisitt vurderer og begrunner sine målinger. Derimot kan det være at elevene implisitt vurderer målingene sine som gyldige.

Samtale om mønstre knyttet til leder og rotasjonsfart - fokus på forslag og etterspørring av detaljer, men ikke begrunnelse og vurdering

I dette eksempelet er gruppe 1 i gang med å oppsummere eksperimentet sitt i siste time. Elevene skal lage en presentasjon for forskergruppen og diskuterer derfor hva de har gjort og hvordan el-motoren fungerte. Her snakker de om hvilke deler som hadde noe å si for om el-motoren gikk sakte eller fort rundt. Samtalen begynner med at Jakub spør om de skal sette i gang å diskutere.

Merk at elevene i gruppe 2 bidrar med relativt mange innspill som plasseres i kategorien mønsterutfordring (M1), men i dette eksempelet fokuserer vi på gruppe 1 som har en lav andel mønsterutfordringer (M1).

Jakub Nei jeg vet ikke. Nei skal vi fokusere på dette?

Peker på oppgavearket

Gunnar Ja. Vi vet jo vertfall at magnetene var veldig viktig.

Den gikk jo ikke rundt uten magneter.

<Kode: Å4>

Jakub Ja. Det er klart.

Gunnar Ja også så vi at lengden på lederen hadde noe å si.

<Kode: M3>

Jakub Ja da gikk den fortere.

<Kode: M3>

Gunnar Ja og da er har vi to justeringer. Det var det vi skulle.

Jakub Men han drev og klagde på at boksen var også mindre

Snakker om Forsker2 sin kommentar fra forrige økt

- Men det var jo det som var meningen. <Kode: M2>
- Gunnar Ja.
- Kai Men det er lederen som har mest å si. <Kode: M3>
- Jakub Men det vi kunne gjort for å teste hans... Det var å ta samme boks og først festet den på langs og så på tvers. <Kode: Å5>
- Gunnar Ja.
- Jakub Også sett om det hadde... Men da måtte vi ha hatt to. <Kode: Å5>
- Gunnar Det kan vi ikke gjøre nå vertfall.
- Jakub Neinei. Men vi vil jo fortsatt si at den gikk fortere når den hadde lengre side. <Kode: M3>
- Gunnar Ja. Vi har jo funnet ut av det så...

Eksempelet viser en samtale hvor gruppen diskuterer hva som påvirket el-motorens fart. Ettersom de har prøvd ut forskjellige løsninger og observert farten vil mange av innspillene her havne under fasen mønstre (M). I tillegg ser vi at de snakker om årsaker (Å) gjennom innspill om at magneten får el-motoren til å gå rundt. Det vil med andre ord si at det er forskjellige faser i dette utdraget. Dette gjentar seg i flere eksempler, men samspillet mellom fasene vil bli presentert tydeligere med de to siste eksemplene i dette kapittelet. Det vil vi gjøre for å presentere mulige funn innenfor kritisk tenkning som kan kjennetegnes av samspillet mellom fasene.

Vi ser fra eksempelet at snakk om mønstre dreier seg om kategoriene mønsterdetaljer (M2) og mønsterforslag (M3). Gunnar kommer med et forslag om at lengden på lederen hadde noe å si for farten, men begrunner ikke hvorfor den hadde noe å si. Derfor blir denne plassert i kategorien mønsterforslag (M3). Jakub nevner også at boksen kunne vært mindre, og referer til noe vi sa i forrige time. Denne blir plassert i kategorien mønsterdetaljer (M2), fordi vi tolker det som at sammenlikningen bærer preg av usikkerhet. Igjen kommer Jakub med et forslag om at el-motoren gikk fortere når den hadde lengre sider som var dekket av lederen. Det blir heller

ikke gitt noen begrunnelse for hvorfor det er slik, og innspillet plasseres derfor i kategorien mønsterforslag (M3).

Innenfor mønsterfasen ser vi at elevene kommer med flere mønsterforslag (M3) til hva som er sammenhengen mellom rotasjonshastigheten og lengden på lederen. Det kan være at mønstrene elevene ser samsvarer med det de vet fra før, og derfor implisitt vurderer mønsterforslagene sine som gyldige. Derimot blir ikke disse forslagene støttet av noen eksplisitt begrunnelse for hvorfor det er en sammenheng mellom leder og rotasjonshastighet i de observasjonene de har. Vi ser altså ikke noen utalte innspill hvor de begrunner eller vurderer de forslagene de kommer med her.

Samtale om årsaker knyttet til magnetfelt, strøm og lenden på lederen - fokus på utfordringer, detaljer, forslag og begrunnelser.

Vi ser ut ifra antall koder i materialet at innspill kodet som årsaksdetaljer (Å2) og årsaksforklaringer (Å4), omtrent har like stor prosentvis fordeling i årsaksfasen. Vi valgte derfor et utdrag til dybdeanalyse som også inkluderer forklaringsdimensjonen (4). I tillegg tar vi med utfordringsdimensjonen (1), fordi elevene møtte på utfordringer i de fleste samtaler knyttet til årsaksfasen (Å).

Elevene i gruppe 2 har tegnet seg en modell til demo el-motoren som ble vist innledningsvis i timen. Lærer spør om gruppen har noen tanker om hvordan el-motoren går rundt, og går deretter bort fra gruppen.

Lærer Dere har jo fått en god del fine tegninger her da. Det er bra. Har dåkke noen ideer eller tanker om hvordan dette her går..? Vi kan jo ta en runde hvis du *peker på Vårild* for eksempel begynner så går vi sånn *markerer sirkel i gruppen*.

Vårild Hvor skal jeg begynne?

Lærer Ja, dåkke e jo på punkt C så du kan lese opp den du.

Vårild Hvorfor går motoren rundt? Dere skal bruke tegningene til å forklare.

Lærer *Går til en annen gruppe*

Vårlid Ja, det må vel være på grunn av at systemet er induksjon, fordi her er jo det et magnetfelt som går fra nord til sør.
Viser på tegningen sin <Kode: Å4>

Elvin Ja.

Vårlid Og når det kommer strøm på ledningene rundt denne fyrstikkesken, så har du jo mange vindinger rundt, så da fungerer den som en spole. (<Kode: Å4>)

Elvin Ja.

Vårlid Og da når det kommer strøm i den spolen så må vel det, indusere seg et eget magnetfelt, og siden det er endring i magnetfelt, så vil det skape ehm, skape strøm. (<Kode:Å4>)
Er det indusert strøm siden det er endring? Eller er det..? <Kode: Å2>

Elvin Ja. *Trekker opp med skuldrene*

Vårlid I alle fall noe med det da, som gjør at den går rundt. For når det går strøm i disse ledningen skapes det indusert magnetfelt som ikkje er lik som det andre. <Kode: Å4>
Alle nikker

Vårlid Vet ikkje om det gav helt mening, men noe sånn?
Ser undrende på dem andre <Kode: Å1>

Elvin Eg tror alt er riktig. <Kode: Å3>

Vårlid *mumler utydelig*

Jørun Eg vet ikkje, jo, du har jo egentlig sagt ganske mye, for det går jo

ikkje sant, strøm, gjennom spolen. Når du setter strøm på ledningen,

det er jo da den begynner å gå rundt, men da er det jo ett felt der

hele tiden. Så når du da får strøm, så induseres det ett felt.

ser undrende på Vårild

<Kode: Å4>

Vårild

Ja. *nikker*

Og det vil da gi bevegelse på grunn av, då ...?

<Kode: Å2>

ser undrende på oppfølgingsvar Da må det jo være en kraft

som gjør at den beveger seg.

<Kode: Å3>

Jørun

Ja.

Vårild

Så da er det jo det induserte feltet da?

<Kode: Å3>

Jørun

Ja.

I eksempelet ovenfor skal elevene bruke tegningene sine til å argumentere for hvorfor el-motoren går rundt. Vårild starter med å forklare at det må være på grunn av induksjon. Hun sier at det finnes ett magnetfelt fra nord til sør, og når det går strøm i lederen vil det induseres ett eget magnetfelt i fyrstikkesken som fungerer som en spole. Videre sier hun at dette vil skape strøm, siden det er endring i magnetfeltet. Siden hun begrunner forslaget sitt til hvorfor den går rundt, kodes innspillet hennes som årsaksforklaring (Å4). Parentesene som vises i transkripsjonen til kodene over, forteller at det er det samme resonnementet fra Vårild som fortsetter.

Vårild er videre usikker på om det er indusert strøm siden det er en endring i det vi antar hun mener er magnetfeltet. Med andre ord klarer hun ikke helt å sette ord på hva hun mener med forklaringen sin, og spør sine medelever. Dette er knyttet til en etterspørsel etter detaljer om hvorfor el-motoren går rundt, og derfor kodes det i kategorien årsaksdetaljer (Å2). Etter etterspørringen sier Vårild igjen at det er noe med indusert magnetfelt når det går strøm i lederen rundt fyrstikkesken. Hun forklarer at dette induserte magnetfeltet ikke vil være likt det stasjonære magnetfeltet, og at el-motoren derfor går rundt på ett vis. Dette innspillet kodes

derfor som en årsaksforklaring (Å4). Hun er derimot usikker på om denne forklaringen kan stemme og uttrykker en utfordring knyttet til forklaringen hun nettopp ga. Siden innspillet ikke uttrykker etterspørring etter detaljer, som kan løses enkelt, kodes det som årsaksutfordring (Å1). Elvin foreslår derimot at alt Vårild har sagt er riktig. Med andre ord så gir han et indirekte forslag til årsaken til hvorfor el-motoren går rundt ved hjelp av Vårilds forklaring. Det gjør han uten å begrunne noe videre, og derfor blir innspillet hans kodes som årsaksforslag (Å3).

Videre kommer Jørun med en forklaring som supplerer forklaringene til Vårild. Det vil si at hun også kommer med en forklaring til hvorfor el-motoren går rundt, og derfor kodes den som årsaksforklaring (Å4). Grunnen til at innspillet ikke kodes som en vurdering er på grunn av at hun baserer innspillet på egne forkunnskaper, ikke eksterne kilder eller testing. Vårild er enig i resonnetet til Jørun, men stiller ett spørsmål til hvorfor det forklarer el-motorens rotasjon. Dette innspillet med spørsmål kodes i kategorien årsaksdetaljer (Å2), fordi Vårild leter etter detaljer knyttet til hvorfor el-motoren roterer. Videre svarer Vårild på sitt eget spørsmål ved å si at det må være en kraft som gjør til at el-motoren beveger seg. Med andre ord så kommer hun med et forslag til hva som får el-motoren til å gå rundt, og derfor kodes innspillet i kategorien årsaksforslag (Å3). Til slutt forsikrer Vårild seg med dem andre om at det da må være det induerte feltet, ved å stille ett retorisk spørsmål. Altså hun kommer igjen med et forslag som sier at det induerte feltet er årsaken til at el-motoren går rundt. Derimot blir dette forslaget ikke begrunnet videre i utdraget. Derfor kodes også dette innspillet i kategorien årsaksforslag (Å3).

Vi ser i eksempelet ovenfor at elevene kommer med årsaksforklaringer (Å4), siden de begrunner sine forslag verbalt og med håndbevegelser. Det kan ligge en implisitt testsituasjon i hele samtalen, ettersom de hele tiden spiller videre på hverandres innspill, og etterspør detaljer som kan knyttes til forklaringene. Det er derimot ingen eksplisitte tester eller vurderinger av forslag basert på bruk av utstyr eller gjennom lærebok og lærer.

4.3.2 Samtaler som inneholder dimensjonene utfordringer (1), detaljorientering (2), forslag (3), forklaringer (4) og vurderinger (5)

Samtale om eksperimentoppsettet knyttet til banankablene - fokus på detaljer, forslag og forklaringer som senere testes ut

I dette eksempelet holder gruppe 1 på med å lage en anordning som gjør at de selv ikke trenger å være i direkte kontakt med el-motoren. De vil prøve å teipe fast banankablene slik at de ligger inntil de avisolerte endestykkene på lederen uten at de selv trenger å holde i dem.

- Kai Vi skulle hatt noe stativ til de. *Peker på kablene* <Kode: E3>
- Gunnar Hvis vi hadde fått disse gjennom
 Tar kablene bort til enden av stativet <Kode: E2>
- Kai Vi spinner de... Vi spinner de rundt da. <Kode:E3>
- Gunnar Vi skulle hatt den sånn. *åpner krokodilleklypen* <Kode: E3>
- Kai Det er jo litt vanskelig å holde de oppe da. <Kode: E1>
- Gunnar Neineinei.
- Kai De er jo litt tunge er ikke de? <Kode: E2>
- Gunnar Jo. Hvis vi hadde funnet noe der den kan henge ifra
 banankablene i en sånn vinkel så hver gang den
 treffer så dyttes den ut, så kommer den inn igjen. <Kode: E3>
- Kai Jo.
- Gunnar Fordi at hvis vi har noe som konstant ligger inntil så får
 vi friksjon der. Men hvis vi har noe som støtes vekk
 bare sånn en halv cm så vil den jo bare poppe inn. <Kode: E4>
- Kai Det er sant, men det høres...

Gunnar	Vanskelig ut. Ehh...	
	Denne her var ikke så sykt lett å ta av	
	snakker om anordningen	<Kode: E2>
Kai	Det kunne ha fungert.	<Kode: E3>
Gunnar	Jeg skal prøve. *går for å hente utstyr og begynner å teipe et metallstykke til stativet, får Per til å hjelpe seg*	<Kode: E5>

I dette eksempelet ser vi at Kai kommer med et forslag om å bruke et stativ til banankablene slik at de kan ligge for seg selv, og drive el-motoren. Når Gunnar foreslår at de må holde krokodilleklypene oppe, ser Kai et problem med dette, og skjønner ikke hvordan de skal få det til. Ettersom dette er en utfordring knyttet til utstyret kodes denne som oppsettsutfordring (E1). Videre kommer Gunnar med et forslag til hvordan krokodilleklypene skal henge ned mot de avisolerte endestykkene av lederen. Etter dette kommer Gunnar med en oppsettsforklaring (E4) hvor han sier at krokodilleklypene da vil støtes ut fra strikkepinnen, og falle tilbake igjen til neste runde slik at den kontinuerlig gir strøm til el-motoren. Til slutt ser vi en antydning til testsituasjon hvor Gunnar sier at han skal prøve for å se om det fungerer. Ettersom denne kommentaren uttrykker testing så blir den kodet som kategorien oppsettsvurdering (E5). Det er verdt å legge merke til at det ikke kommer flere innspill som kommenterer denne testingen.

Vi ser her en samtale hvor alle de dimensjonene innenfor kritisk tenkning er med. De går fra et implisitt problem om hvordan de skal feste banankablene, etterspør detaljer, kommer med forslag underveis, og begrunner disse forslagene, hvor de til slutt nevner at de vil prøve ut forslaget. Utfordringen ligger implisitt i utdraget ettersom elevene prøver å finne en måte og feste banankablene slik at de ikke trenger å holde i dem. Derfor kan vi si at alle dimensjonene innenfor kritisk tenkning er til stede i dette utdraget.

Samtale om observasjon knyttet til rotasjonsfart - fokus på detaljer rundt avlesning og vurdering av avlesning som fører til ny test

Elevene i gruppe 2 har under gjort en måling, men vil prøve å få en ny måling ved å bytte ut en av banankablene til spenningskilden. De diskuterer også litt rundt målingene de har gjort seg tidligere.

- Vårild Vi kan ta vekk.. Og på med en annen ledning. <Kode: E3>
- Forsker1 Fikk dåkke skrivet ned?
- Jørn Ja, eg kan..
- Forsker1 Okei, men da går eg på neste gruppe.
- Vårild Det var ikkje flere ledninger der.
Men dåkke den sist gang var det 900 [RPM]. <Kode: M3>
- Elvin Ja, men det var en mye større magnet. <Kode: M4>
- Vårild Åja. *kobler i banankabel* sånn.
- Jørn Men den var på 500 [RPM] helt i begynnelsen,
men den lå på rundt 300 [RPM]. <Kode: O3>
- Elvin Skriver vi ikke 500 [RPM] da? <Kode: O2>
- Jørn Den lå jo ikkje lenge på 500 [RPM] då. <Kode: O4>
- Elvin Nei, sant.
- Vårild *kobler til strøm igjen for å sjekke om det var den blå
banankabelens feil, og da går den mye fortere og stabilt rundt*
- Elvin Der ja. Det føler eg er 500 [RPM] materialet.
Eg føler vi må ta ny måling. <Kode: O5>

Vårild sammenlikner målingene de hadde sist time i forhold til hva dem målte før samtalen over. På grunn av dette kodes det som mønsterforslag (M3), siden hun gir et forslag om hva målingene var sist i forhold til nå. Med andre ord sammenligner hun målingene de har gjort. Elvin kommer da med en begrunnelse for forslaget til Vårild, hvor han sier at de da hadde en mye større magnet sist gang. Siden han begrunner forslaget til mønstre i målingene blir det kodet som en mønsterforklaring (M4). Jørun sier da at målingene var 500 runder i minuttet i starten, men at dem lå på rundt 300 etter hvert. Hun gir dermed et forslag til hva hun observerte, og derfor kodes det som observasjonsforslag (O3). Elvin spør da om dem skal bruke 500 runder i minuttet som observasjon, og i det ligger det en detaljorientering om hva de skal bruke som rotasjonsmåling. Derfor kodes dette innspillet med kategorien observasjonsdetaljer (O2). Jørun svarer på dette med at el-motoren ikke lå lenge på 500 runder i minuttet. Med andre ord kan det være at hun implisitt begrunnet hvorfor man ikke kan bruke 500 runder i minuttet som observasjon, og den kodes derfor med kategorien observasjonsforklaring (O4). Elvin sier seg enig i dette. Etter at Vårild har koblet i ny banankabel går el-motoren fortere rundt enn tidligere. Elvin vurderer farten til å ligge rundt 500 runder i minuttet, men vil ta en ny måling med rotasjonsmåler. Med andre ord vil han bruke testing til å validere sin egen observasjon, og de kodes derfor som kategorien observasjonsvurdering (O5). Dette er det eneste innspillet vi har kodet som kategorien observasjonsvurdering (O5) i hele transkripsjonen av gruppe 2.

Eksempelet ovenfor viser til en samtale hvor elevene snakker om rotasjonsmålinger. Vi tror at utfordringen med hvilke målinger som er gyldige ligger implisitt i samtalen. Elevene leter etter detaljer knyttet til disse målingene. I tillegg er det innspill som uttrykker forslag med begrunnelser til hva som kan være gode målinger. Til slutt ser vi at elevene vurderer de målingene de allerede har, og initierer til en test som kan vurdere målingene ytterligere. Derfor kan vi si at elevene her er innom alle fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning.

Samtale om mønstre mellom rotasjonsfart og spenning - fokus på detaljer, forslag og forklaringer som til slutt blir vurdert og testet

Elevene i gruppe 1 har fått el-motoren sin til å fungere, og er i gang med den fasen av eksperimentet hvor de skal justere på ulike deler, og finne rotasjonsfarten til el-motoren. Eksempelet under er preget av innspill som viser til ulike observasjoner ved ulike spenninger

fra spenningskilden. Midt inne i eksempelet begynner elevene å diskutere formelen for kraft på en leder i magnetfelt ($F_m=ILB$), og Ohms lov ($U=RI$).

- Gunnar Men har vi data som kan vises til andre. Det blir vel bare det der.
Peker på notatene til E14 <Kode:M3>
- Kai Jeg noterte dette. *Viser notatene*
- Gunnar Okei så da er det bare...
- Kai Oransje er den med oransje vindinger og den svarte er...
- Gunnar Ja. Men da fant vi at det ikke gjorde noen
forskjell med spenningen? <Kode:M3>
- Kai Spenning. Gjorde det noen forskjell? <Kode:M2>
- Gunnar Det gjorde vel ikke det for vi fikk jo.. 2200 [RPM]
på 10 [V] og 2300 [RPM] på 12,3 [V]. <Kode:M4>
- Kai Men skal det være det samme? <Kode:M1>
- Gunnar Men har vi en formel for... så vi kan bevise det?
Sånn i forhold til hva strømmen er? <Kode:M2>
- Kai Skal vi prøve det? <Kode:M5>
- Gunnar Ja fordi strømmen den inngår jo i F er lik BIL.
Og vi må jo kunne forklare den. <Kode: Å3>
- Kai Ja.
- Gunnar Hvorfor er strømmen lik når spenningen er forskjellig? <Kode: E1>
- Kai Det går jo strøm igjennom. Det er jo strøm. <Kode: E3>
- Gunnar I er lik U delt på R. Er det en greie?
Spenningen delt på resistans? <Kode: Å2>

Kai Ja. Jajaja. <Kode: Å3>

Gunnar Det vil si at resistansen tilpasser seg etter spenningen da. <Kode: Å3>

Kai Jajaja.

Gunnar Ja.

Kai Hvis spenningen har noe å si kanskje. <Kode: Å2>

Gunnar Så får du mer resistans jo mer spenning. <Kode: Å3>

Gunnar Jakub, har du innslag der? Vi ehh.. I er lik U delt på R ikke sant?
 Så vi må jo kunne forklare at vi fikk samme
 rotasjoner per minutt selv om vi endret på spenningen.
 Og da tenker jeg at resistansen øker sammen med
 spenningen, eller minke sammen
 med spenningen hvis vi skal få samme strøm. <Kode: M5>

Jakub Ehh ja. Ehh... ja det gir mening.
 Jeg tror ikke jeg har noe mer å si på det. <Kode: M3>

Gunnar Men jeg skjønner ikke hvordan det skjer.
 Hvordan blir resistansen mer og
 mindre ut ifra spenningen? <Kode: Å1>

Jakub Fordi det blir varmere og da.
 Det er et eller annet med at når du har mer
 spenning så blir det varmere og da blir det mer resistans. <Kode: Å4>

Gunnar Ja.

Jakub Så kanskje vi burde teste med sånn 1, 2, 5, 10 ,15, 20 [V]. <Kode: M5>

Gunnar Ja. For det finnes sikkert en eller annen grense. <Kode: M3>

Jakub Ja det er et eller annet som skjer.

I utdraget ser vi at Gunnar starter samtalen med å referere til dataene i notatene. Han kommer også med et forslag om at det ikke er noen forskjell i rotasjonsfart ved ulike påførte spenninger fra spenningskilden. Innspillene kodes som et mønsterforslag (M3), ettersom Gunnar ikke begrunner hvorfor det ikke var noen forskjell i rotasjonsfarten. Videre lurer Gunnar på om det var ulik spenning i spenningskilden som var årsaken til variasjonene i data. Dette blir kodet med mønsterdetaljer (M2), fordi Gunnar søker etter detaljer som kan svare på usikkerheten i innspillet. Kai følger opp med samme spørsmål, og Gunnar svarer med en forklaring på hvorfor spenningen ikke ville ha noe å si basert på observasjonene. Ettersom forslaget blir begrunnet, og baserer seg på observasjonene, blir dette innspillet kodet som mønsterforklaring (M4). Kai er fremdeles tvilende, og hans respons blir kodet som mønsterutfordring (M1). Dette på grunn av at han ikke forstår hvorfor rotasjonsfarten er den samme ved ulike spenninger. Gunnar etterspør en formel som kan forklare mønstrene, men vet ikke hva formelen kan være. Dette blir derfor kodet som mønsterdetaljer (M2), ettersom han etterspør en formel som kan være enkelt å finne frem til i læreboken. Kai foreslår at de skal prøve å finne ut av det, noe som viser til en vilje for testing av om spenningen har noe å si. Dette innspillet blir derfor kodet som mønstervurdering (M5). Samtalen beveger seg videre inn i eksperimentoppsettfasen (E) og årsaksfasen (Å). Her blir testen utført ved at de bruker Ohms lov ($U=RI$), og formelen for magnetisk kraft på en leder ($F_m=ILB$), til å forklare mønstrene i observasjonene. Gunnar prøver å sammenkoble teoriene, ved at han prøver å teste dem opp mot at de fikk samme rotasjonsfart ved ulike spenninger. Ettersom dette er en klar vurderingssituasjon, hvor Gunnar bruker kjente teorier til å teste mønstrene de ser, kodes denne som mønstervurdering (M5). Jakub bekrefter uten noen videre begrunnelser, og det blir derfor kodet som mønsterforslag (M3). Til slutt kommer Jakub med et forslag om forbedring av mønstre ved å teste flere verdier for spenningen. Dette er kodet med mønstervurdering (M5) ettersom det bygger på en videre testing av de mønstrene de allerede har. Denne testingen ble ikke utført ettersom elevene ikke hadde mer tid.

Elevinnspillene i dette eksempelet kjennetegnes av at de vurderer forslag til mønstre knyttet til rotasjonshastighet og spenning. Dette glir over til årsaksforklaringer knyttet til kjente teorier som brukes til å vurdere deres funn av mønstre. Til slutt initieres også et forslag om å teste på ny med flere ulike spenninger. Vi ser i dette utdraget at elevene eksplisitt er innom alle fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning.

Samtale om årsaken bak el-motorens rotasjon - fokus på utfordringer, etterspørring av detaljer, forslag til mulige løsninger, og forklaringer som til slutt vurderes

Elevene i gruppe 2 er i gang med å sette opp en presentasjon av funnene deres i eksperimentet. Det vil med andre ord si at de er ferdig med selve eksperimentet, og skal nå gjøre seg klar for å gå i forskermøte. I samtalen under diskuterer elevene teorier de mener kan forklare årsaken til el-motorens rotasjon.

Axel Høyrehandsregelen kunne vi kanskje tatt. Kunne vi ikkje? <Kode: Å3>

Jørun *viser frem høyrehandsregelen*

Axel Ehm. Kor er den? *blar om i boken* Nei, den er det ikkje. *blar videre*

Jørun Her er den. *peker i boken*

Axel Okei, ehm *vender seg til PC, og ser på forskermøtevedlegget*

Jørun Så er det hva vi faktisk skal med den. Der gikk jo feltet en vei, også strømmen igjennom *peker ned mot bordet* også blir det kraft *holder i tommelen*

<Kode: Å4>

Axel som gikk den veien *viser rotasjon med hånden*

Jørun Ja, så da er det kraften som gikk rundt sant?

<Kode: Å2>

Axel Ja.

<Kode: Å3>

Jørun Ehmm. Ja.

Axel Var vel ikkje så mye mer teoretisk?

<Kode: Å1>

Jørun Nei, men om det holder til grunnene våres det er det store spørsmålet?

Det var jo ikkje noe..

<Kode: Å1>

Axel Altså vi kan jo si at vi tok magneter..

- Eller prøvde med magneter og den største
magneten då, fordi at teoretisk ville
det da gjøre til at den går fortere. <Kode: Å4>
- Vårild Jo, da var magnetfeltet mye sterkere.
Men eg tror det at den ikkje funket fordi
den var så tung. <Kode: Å4>
- Axel Ja, men da har du jo en vekt også
så da vil den gå mye mer liksom.. <Kode: Å3>
- Vårild Okei, men no må eg bare skrive her..
- Jørun Kor står den der regelen med antall vindinger?
- Axel Mmmm. *ser i boken, og blar i den*
Eg tror det er her eller noe. Er det denne?
- Jørun Mmm. Nei, eg tror ikkje det.
- Vårild Men det kan jo være at den teorien blir feil,
fordi det må kanskje gå strøm...
Men det skal jo gå strøm..
Kan jo være at vår er helt feil.. <Kode: Å5>
- Jørun Ja, eg vet faktisk ikkje. <Kode: Å1>
- Axel *Ser oppgitt ut*
- Vårild Ja, vi trenger ikkje å skrive det noe sted.
- Jørun Kan det være at det var induksjon ... <Kode: Å5>

I eksempelet over ser vi at Axel kommer med et innledende forslag til å bruke høyrehåndsreglen for å beskrive rotasjonen til el-motoren. Dette blir kodet med årsaksforslag (Å3), fordi det er et forslag uten videre begrunnelse. De finner høyrehåndsregelen i læreboken, men de utfører ikke noen eksplisitt vurdering eller test av forslaget opp mot læreboken. Ettersom dette er ett organisatorisk innspill så vil det ikke kodes som årsaksvurdering (Å5). Jørun følger så opp med en forklaring på hvor kraften vil være rettet ved å bruke høyrehåndsregelen. Dette blir kodet med årsaksforklaring (Å4), fordi hun begrunner forslaget om kraftretningen. Derimot blir hun usikker på om det er kraften som roterer rundt, og etterspør om det kan stemme. Denne etterspørringen blir derfor kodet med årsaksdetaljer (Å2). Axel bekrefter dette, og derfor kodes innspillet som et årsaksforslag (Å3). Derimot er han usikker på om det er andre teorier som må brukes for å forklare fenomenet. Dette innspillet kan tolkes som en utfordring som ikke ettersøker detaljer, og derfor kodes innspillet som årsaksutfordring (Å1). Jørun følger opp med enda en utfordring knyttet til hvilken årsaksforklaring de skal bruke, og derfor kodes det med årsaksutfordring (Å1).

Axel prøver videre å forklare i lys av teori hvordan magneter vil påvirke el-motoren. Ettersom han begrunner at større magneter vil gjøre at den roterer fortere kodes innspillet hans med årsaksforklaring (Å4). Vårild følger opp med en annen forklaring om at den ikke ville gå rundt, fordi el-motoren var så tung. Hennes innspill kodes på grunn av dette som en årsaksforklaring (Å4). Aksel prøver å utdype denne forklaringen, men gir ikke noe mer enn et forslag om at vekten har noe å si. Derfor kodes hans innspill med årsaksforslag (Å3). Vårild kommer videre med ett innspill hvor hun uttrykker en vurdering av teorien dem har lette seg fram til. Hun uttrykker at teorien de bruker kan være feil med tanke på at det går strøm i lederen. Ettersom det er en vurdering av teori, vil denne bli kodet med årsaksvurdering (Å5). Jørun sier hun er usikker, og innspillet uttrykker en årsaksutfordring (Å1), ettersom hun ikke vet hva teorien kan være. Til slutt nevner Jørun teorien om induksjon som ett nytt forslag basert på vurderingen de har gjort. Dette innspillet kodes som årsaksvurdering (Å5), fordi den leder til ett nytt forslag som videre kan utforskes. Forslaget om at det kan være induksjon som er årsaken til at el-motoren roterer, testes ut videre i undervisningsopplegget.

Elevinnspillene i dette eksempelet tar for seg forslag knyttet til utfordringen om hvorfor el-motoren roterer. Forslagene blir begrunnet i tillegg til at de spør etter detaljer som er relevante. Vi ser også at innspillene bærer preg av å teste og vurdere de forslagene som blir nevnt i

samtalen. Med andre ord viser alle fem dimensjonene innenfor kritisk tenkning seg eksplisitt i denne samtalen.

4.3.3 Samtaler hvor elevene har diskusjoner der alle de ulike fasene samspiller

Samtale med forskjellige faser som samspiller med hverandre - fokus på utfordring og detaljorienteringer som ender i forslag

I dette utdraget er elevene i gruppe 2 i gang med å teste om el-motoren deres går rundt. Det oppstår problemer med å få den til å gå rundt, og de prøver å justere på eksperimentutstyret for å fikse problemet.

Jørun	Her skjedde det jo ingenting.	<Kode: O1>
Elvin	Hva er strømmen?	<Kode: O2>
	Den er null [A].	<Kode: O3>
Jørun	Ja, eg har skrudd på strøm, men den gir ikkje..	<Kode: E1>
Elvin	Åja. Det kan jo være det ikkje blir noe spenning før det er strøm da?	
	justerer på spenningskilden	<Kode: E3>
Axel	Ja, er det strøm så gir jo det spenning.	<Kode: E3>
Elvin	Wooh. Den går rundt	
	beveger på seg, omtrent ikke etter hvert	<Kode: O3>
Elvin	Eg trur magnetene er problemet.	<Kode: Å3>

I transkripsjonene ser vi at Jørn ikke skjønner hvorfor hun observerer at el-motoren ikke går rundt. Med andre ord uttrykker hun en utfordring knyttet til observasjonen hun gjør seg, og derfor havner den under kategorien observasjonsutfordring (O1). Elvin stiller da spørsmål om hva strømmen er når de snurrer i gang el-motoren, som enkelt kan svares på av å se på displayet til spenningskilden. Derfor kategoriseres det som observasjonsdetaljer (O2). Videre sier han hva strømmen er på displayet på spenningskilden. Dette innspillet kodes som observasjonsforslag (O3), siden det er et forslag om hva strømmen er. Jørn forteller at hun har skrudd på strømmen, men at det er noen utfordringer med spenningskilden siden den ikke gir noe strøm. Altså hun opplever en utfordring knyttet til hvordan eksperimentutstyret fungerer, og det uten å etterspørre detaljer rundt utstyret. Derfor kodes innspillet som oppsettsutfordring (E1).

Videre kommer Elvin med et innspill om at det ikke kan være noen spenning før det blir tilført strøm samtidig som han stiller på spenningskilden. Med andre ord gir han et forslag i hvordan en utstyrskomponent fungerer, og derfor kodes det som oppsettsforslag (E3). Dette bekreftes også av Axel som tilføyer at når det er strøm så gir det spenning. Det vil si at han også kommer med et forslag til hvordan spenningskilden fungerer i praksis, og derfor kodes dette også som oppsettsforslag (E3). Plutselig observerer Elvin at el-motoren går rundt, som kodes som observasjonsforslag (O3), siden han gir et forslag til hva han observerer. Da el-motoren holder på å stoppe opp, sier han at det må være magnetene som er problemet. Med andre ord så gir han et forslag til hva som er årsaken til at el-motoren ikke roterer, og derfor kodes det som årsaksforslag (Å3). Videre i materialet er det ikke noen flere innspill på om det kan være magnetene som er problemet.

Vi ser en samtale som tar for seg samspillet mellom observasjoner, eksperimentoppsett, og årsaker. Dette for å løse problemet med at el-motoren ikke roterer. Det kan være at elevene implisitt vurderer informasjonen de henter fra de ulike fasene til å være gyldig. Derimot er det ingen eksplisitte begrunnelser, vurderinger eller tester knyttet til noen av fasene i denne samtalen.

Samtaler med forskjellige faser som samspiller med hverandre - fokus på detaljorienteringer, forslag, og forklaringer som ender i en test av et årsaksforslag

Elevene i gruppe 1 er i gang med å oppsummere, diskutere funn, og resultater de fant i eksperimentet. Samtalen dreier seg i hovedsak om hvilken rolle magneten spilte for rotasjonsfarten, og elevene er innom alle fasene i denne samtalen.

- Jakub Ja men det er jo også... vi hadde ganske stor feilkilde i den derre kontakten oppe.
Den vinklet mye frem og tilbake. <Kode:E5>
- Gunnar Ja.
- Jakub Den var ikke så strammet inn. <Kode:E3>
- Kai Og bare den første delen med magneten.
Vi fikk jo ikke rotasjon i det hele tatt fordi magnetene var for svake. <Kode:E5>
- Jakub Ja.
- Gunnar Vi har vel ikke rotasjonsfarten på mixmasteren har vi? <Kode:O2>
- Kai Jo. Det her var mixmasteren. Svart og oransje.
- Gunnar Åja.
- Kai Litt under 1000 [RPM]. <Kode:O3>
- Gunnar Ja altså vi fikk jo mye mindre,
men vi fikk jo mye mer konstante tall. <Kode:M3>
- Kai Ja. Jeg mener det er den store magneten
som gjorde mest egentlig. <Kode:M3>
- Gunnar Ja.

Kai Det er derfor vi har fått så store... høyt tall. 3000 [RPM] <Kode:M4>

Gunnar Vi... altså sånn rent logisk sett så har jo strømmen,
magnetfeltet og lengden på lederen like mye å si.
Fordi at det er jo et gangestykke, men det er mye
lettere å øke magneten enn det er å øke for eksempel lengden. <Kode:Å4>

Jakub Ja det er sant.

Kai Hva er magnetfeltet til de enkelte magnetene her da?
Er det mulig å ha et tall på
det? Hva er magnetfeltet til den store? <Kode:E2>

Gunnar Kanskje hvis du har en vekt
også tar magnetene sånn på sånn...
Viser noe utydelig med hendene.
Eller hvis du henger opp noe i en snor.
Også prøver du å dytte den vekk med den
magnetten og se hvor mye tingen veier. <Kode:E3>

Jakub Mhm, ja.

Gunnar Da kan du finne kraften til magneten. <Kode:E3>

Kai Jeg tror ikke...

Gunnar Boken kommer ikke til å si det. *ler*

Kai Nei...

Jakub Jo det er sikkert noe sånn Newton per...
jo var ikke det... Tesla kunne være en sånn rar.
Tesla kan jo være en sånn rar *noe utydelig* B.
Ehm... jo F... jo det er

	Newton per... Enten så er det Newton per meterampere.	<Kode:Å2>
Gunnar	Det er ampere per meter.	<Kode:Å3>
Jakub	Eller så er det Newtonmeter per q ladning.	<Kode:Å3>
Gunnar	Det er Newton per Ampere meter. *Peker i boka*	<Kode:Å5>
Jakub	Ja. Boom!	

Jakub begynner først med å vurdere en feilkilde i at banankablene vinglet mye frem og tilbake. Denne blir kodet som oppsettsvurdering (E5) ettersom den er basert på et tilbakeblikk, hvor Jakub vurderer om utstyret var tilfredsstillende eller ikke. Deretter kommer han med et forslag om at banankabelen ikke var strammet inn som bekrefter testen han gjorde i innspillet før. Ettersom dette ikke er noe annet enn et forslag kodes det som oppsettsforslag (E3). Etter dette kommer Kai med et innspill hvor han sier at de ikke fikk rotasjon i el-motoren fordi magnetene var for svake. Dette er også en referanse til noe de har funnet ut av tidligere, og kan derfor brukes som en test til utstyret som kodes med oppsettsvurdering (E5).

Videre vil Gunnar vite hvor stor rotasjon de hadde på «mixmasteren», som er deres navn på el-motoren. Dette kodes som observasjonsdetaljer (O2), fordi han etterspør detaljer i tidligere observasjoner. Kai svarer med 1000 rotasjoner som kodes som observasjonsforslag (O3). Gunnar og Kai snakker videre om sammenlikninger rundt stor magnet og liten magnet, og implisitt om de holdt banankablene selv eller brukte den selvgående el-motoren når de målte rotasjonshastigheten. Dette blir kodet som mønsterforslag (M3) og mønsterforklaring (M4) fordi det kommer et forslag med begrunnelse til et mønster som baserer seg på flere observasjoner. Videre kommer Gunnar med et forslag etterfulgt av en begrunnelse til hvilke komponenter som har noe å si for rotasjonsfarten. Dette kodes som en årsaksforklaring (Å4), fordi innspillet begrunner et forslag til hvorfor el-motoren roterer. Kai spør så om det finnes noen tall på hvor sterkt magnetfeltet er. Dette innspillet kodes som oppsettsdetaljer (E2), siden han leter etter detaljer knyttet til en komponent i eksperimentoppsettet. Gunnar følger opp med et forslag til å bruke en vekt for å finne ut av magnetfeltstyrken. Dette innspillet kodes derfor som ett eksperimentforslag (E3). Gruppen tar ikke dette forslaget videre.

Samtalen går så inn på teori om magnetfelt og magnetisk kraft, og Jakub prøver å huske hvordan sammenhengen mellom parameterne i formelen var. Dette kodes som årsaksdetaljer (Å2) fordi Jakub leter etter detaljer rundt et forslag til teori knyttet til magnetfeltet rundt el-motoren. Gunnar kommer med et innspill som uttrykker et forslag til hvilken enhet som skal brukes. Dette innspillet kodes derfor som årsaksforslag (Å3). Jakub fortsetter med et forslag om at det er Newtonmeter per ladning (q), som også kodes som årsaksforslag (Å3). Testsituasjonen oppstår når Gunnar peker i boka for å teste forslagene, og sier at enheten er Newton per Ampere meter. Det virker som at de bruker testen til å vurdere enheten de kom frem til var riktig. Dette innspillet kodes derfor som årsaksvurdering (Å5).

I dette utdraget ser vi at samtalen tar for seg samspillet mellom alle fasene knyttet til et spørsmål om hvordan magneten påvirker rotasjonsfarten. Elevene vurderer forslagene fortløpende, og ender opp med et vurdert årsaksforslag som har basert seg på innspill innenfor alle de andre fasene. Dermed ser vi eksplisitt at alle dimensjonen innenfor kritisk tenkning anvendes i samspillet mellom de fire fasene.

5.0 Diskusjon

I dette kapittelet skal vi prøve å oppsummere og karakterisere elevenes kritiske tenkning basert på våre funn. Deretter skal vi diskutere disse funnene opp mot teori fra Bailin og Battersby (2016), Dewey (1910) og Duschl (2003). Videre vil en diskusjon av styrker og svakheter ved funn og analysemetode bli presentert. Til slutt vil det også komme en diskusjon om hvilke konsekvenser funnene våre vil ha for fysikkundervisningen. Der skal fokuset blant annet være på hvordan man som lærer kan utforme undervisningsopplegg som legger til rette for at elevene skal kunne tenke kritisk.

5.1 En oppsummering og karakterisering av kritisk tenkning i våre funn

For å kunne oppsummere funn og karakterisere elevenes kritiske tenkning i de analyserte samtaler har vi valgt å dele disse funnene og karakteriseringene inn i ulike delkapitler. Disse delkapitlene tar for seg ulike fokusområder knyttet til hvordan elevene bruker kritisk tenkning i de analyserte samtaler. Første delkapittel handler om kritisk tenkning som en kollektiv prosess. De neste fire delkapitlene ser på elevenes kritiske tenkning innenfor de fire fasene i et

eksperimentelt arbeid. Det siste delkapittelet vil ta for seg elevenes kritiske tenkning som et samspill mellom de ulike fasene.

5.1.1 Elever som praktiserer kritisk tenkning i en kollektiv prosess

I alle de analyserte samtaler, vist i resultatkapittelet, ser vi at elevene bruker hverandres innspill til å bygge videre på forslag og forklaringer som dukker opp i utforskningen. Vi så at elevene stiller spørsmål og stiller seg kritisk til hverandres innspill, og bekrefter innspill de mener gir mening for den konteksten de er i. Vi mener dette kan karakteriseres som en kollektiv praktisering av kritisk tenkning. Altså at elevene ikke bruker individuell tankegang til å utforske, men bruker andres synspunkter og vurderinger underveis i prosessen. Ved hjelp av denne kollektive praktiseringen av kritisk tenkning har vi sett at elevene kan klare å løse utfordringene ved hjelp av refleksjoner og vurderinger av hverandres innspill. Det dukket derimot også opp samtaler som ikke ga noe klart svar på de utfordringene de sto ovenfor. I disse tilfellene kunne spørsmål bli hengende i luften uten videre diskusjon. Dette viser at elevene stiller seg undrende til hva de ser, men ikke klarer å finne svar på det der og da. Vi kan si at den kollektive kritiske prosessen var ufullstendig, men at elevene da ble kjent med problemer som de senere kunne komme tilbake til.

5.1.2 Karakterisering av kritisk tenkning i samtaler om eksperimentoppsett

Vi fant at hoveddelen av innspillene knyttet til eksperimentoppsettet kunne karakteriseres med de to dimensjonene detaljorientering og forslag. Detaljorienteringen til elevene besto av etterspørring etter detaljer og fakta rundt hvilken funksjon utstyret hadde, og hvordan det kunne brukes knyttet til deres el-motor. Innspill som ga konkrete forslag til hva utstyret kunne brukes til fant vi også mye av i materialet. I samtaler som bar preg av å kun ha innspill kjennetegnet av disse dimensjonene, så vi at elevene ikke uttrykte eksplisitte begrunnelser eller vurderinger til de forslagene som kom frem. Vi kan si at elevene går videre i den utforskende prosessen uten å bruke unødvendig med tid på å eksplisitt begrunne og vurdere de forslagene som kommer frem. Dette kan være på grunn av at forslagene gir en klar løsning på utfordring de står ovenfor, og trenger derfor ikke mer utforskning. Disse situasjonene kan kjennetegnes av at elevene ikke trenger å fullføre en fullstendig kritisk tankegang, hvor de ikke må begrunne og vurdere for å komme videre i den utforskende prosessen. Dette velger vi å kalle for registreringsfokuserete

samtaler. Dette fordi at elevene kun registrerer forslagene som blir gitt, og fortløpende vurderer dem som gode løsninger uten å diskutere dem eksplisitt i gruppen.

Selv om de fleste elevinnspillene i fasen eksperimentoppsett var registreringsfokuserede samtaler, fantes det også samtaler hvor elevene begrunnet og vurderte forslag. I denne typen samtaler så vi at elevene møtte på en utfordring med eksperimentutstyret som ikke hadde en klar løsning. Vi så også at elevene kom med konkrete forslag til bruk og funksjon hvor de underveis lette etter detaljer som ga et helhetlig forslag. Disse forslagene ble også begrunnet, enten ved et kreativt resonnement eller ved argumenter som baserte seg på tidligere erfaringer. Til slutt ble det foreslått tester slik at de kunne vurdere om forslag til løsninger kunne fungere. Etersom elevene i disse samtalene begrunner og tester forslag, mener vi at disse samtalene kan karakteriseres som en fullstendig kritisk tankegang. Dermed definerer vi en fullstendig kritisk tankegang som at elevene søker etter forslag til løsninger knyttet til en utfordring, hvor de videre begrunner, tester og vurderer forslagene. Dette for å bekrefte eller avkrefte forslagene som blir lagt frem.

5.1.3 Karakterisering av kritisk tenkning i samtaler om observasjoner

De fleste av de analyserte elevinnspillene om observasjoner ble kjennetegnet som forslag, ettersom elevene uttrykte hva de så på måleapparatene, uten å utdype usikkerhet og kvaliteten på målingen de gjorde. Innspill hvor elevene lette etter detaljer knyttet til observasjonene de fikk var også gjennomgående i mange av samtalene. Vi så også i denne fasen at relativt mange av de analyserte samtalene er registreringsfokuserede. En mulig grunn til dette kan være at elevene ikke så det nødvendig å begrunne eller vurdere det de så på måleapparatet. Ut ifra dette kan vi si at elevene stolte på det måleapparatet viste, og at de gjorde observasjoner fortløpende for å komme videre i den utforskende prosessen. Derimot kan registreringsfokuserede samtaler i denne fasen føre til at viktige kvalitetstegn og usikkerhet ved observasjonene ikke strekker til i samtalene. Dette spesielt med tanke på at rotasjonsmåleren som elevene brukte kunne gi for høye rotasjonsmålinger. Vi mener at elevene normalt sett burde stilt seg kritisk til de målingene de fikk med tanke på kvalitet og usikkerhet. Dette for at elevene kunne vurdere om målingene ga mening for deres utforskning, noe som er et viktig element i en fullstendig kritisk tankegang.

Vi fant ett tilfelle i de analyserte samtalene hvor elevene vurderte observasjonene de gjorde, og bestemte seg for å teste på nytt på bakgrunn av disse vurderingene. Vi mener at denne samtalen

kan karakteriseres som en fullstendig kritisk tankegang i observasjonsfasen. Grunnen til dette er at elevene her, i motsetning til de registreringsfokuserede samtaler, vurderer kvalitet og usikkerhet til målingene de gjorde. Denne vurderingen resulterer i en test som enten vil bekrefte eller avkreftede forslagene til målingene de gjorde, noe som er viktig for å bestemme hva slags informasjon som blir tatt med videre i den utforskende prosessen.

5.1.4 Karakterisering av kritisk tenkning i samtaler om mønstre

Også innenfor mønsterfasen så vi at mange innspill kunne knyttes til detaljorientering og forslag. Elevene etterspurte detaljer i observasjonene som kunne hjelpe dem med å finne mønstre knyttet til disse. Deretter så vi at de kom med forslag om hva mønsteret kunne være. Ettersom elevene hoppet fra et forslag til et annet, og implisitt kan ha vurdert disse forslagene som riktige, vil disse situasjonene karakteriseres som registreringsfokuserede samtaler. En mulig grunn til at de ikke eksplisitt vurderte forslag, kan være at elevene ikke så det nødvendig å begrunne og vurdere forslag til mønstre for å utforske videre. En annen grunn kan være at mønstrene som ble foreslått passet godt overens med observasjoner eller teorier de kjente fra før. Det kan derfor være at de ikke så det ikke nødvendig å eksplisitt diskutere disse mønstrene med de andre på gruppen. Selv om elevene implisitt vurderte mønstrene de fant som riktige, kan det tenkes at disse mønstrene ga en feilaktig sammenheng mellom observasjoner og teori. Derfor kan det være at elevene av og til ikke gjorde vurderinger som kunne avkreftet mønstre som ikke stemte overens med fenomenet de undersøkte.

Det var relativt sett færre samtaler hvor elevene begrunnet og vurderte forslagene til mønstre enn registreringsfokuserede samtaler. I tilfellene hvor vi så at de begrunnet og vurderte forslagene sine, så vi at begrunnelsene ledet til en testsituasjon for å få mer klarhet i observasjonene. På denne måten kunne de da vurdere om mønsterforslagene deres stemte. Ettersom elevene testet og vurderte forslag til mønstre kan vi karakterisere denne typen samtaler som en fullstendig kritisk tankegang. Dette så vi når elevene møtte på utfordringer knyttet til mønstre som ikke stemte overens med teori. Da prøvde elevene å begrunne forslag til mønstre basert på den teorien og observasjonene de hadde tilgjengelig. I tillegg initierte elevene til en testsituasjoner hvor de ville tilegne seg nye observasjoner, som i større grad kunne vurdere om mønstrene deres kunne ses i lys av teori.

5.1.5 Karakterisering av kritisk tenkning i samtaler om årsaker

I fasen årsaker så vi flere forslag med begrunnelser i de analyserte samtaler enn i de andre fasene. Her kom elevene med innspill som både ga forslag og begrunnelse til hvilke teorier eller fenomener som kunne forklare rotasjonen til el-motoren. Begrunnelsene var basert på teori eller kunnskap elevene hadde fra før. I denne fasen så vi også at elevene etterspurte detaljer knyttet til de teoriene de foreslo. Denne typen samtaler kaller vi for begrunningsfokuserede samtaler. Grunnen til dette er at elevene i tillegg til å etterspør detaljer, og komme med forslag, også begrunner forslagene sine. Vi så fra de analyserte samtaler at elevene prøver å begrunne forslag til hvorfor el-motoren roterer. Disse begrunnelsene kan ha basert seg på forkunnskaper og teori, samt observasjoner og mønstre de har funnet underveis i utforskningen. Elevene vurderte heller ikke eksplisitt forslagene opp mot eksterne kilder eller ny testing. Dette kan skyldes at elevene allerede hadde kontroll på teorien de la frem, eller mente at observasjonene og mønstrene de brukte ga tilfredsstillende resultater knyttet opp mot teori. Selv om elevene ikke vurderte forslagene eksplisitt, så mener vi at de tok forslagene et steg videre mot testing når de begrunner dem. Når elevene begrunner forslagene sine i denne fasen ser vi at de utdyper forslagene for å få bekreftelse fra de andre på gruppen. Dette kan bety at elevene er mer usikre på forslag som dukker opp i begrunningsfokuserende samtaler enn i registreringsfokuserede samtaler. Vi mener at elevenes usikkerhet i denne typen samtaler fører til begrunnelser for å klargjøre forslagene til testing. På denne måten er de et steg nærmere til å ha en fullstendig kritisk tankegang. Derimot så vi at disse eksplisitte test- og vurderingssituasjonene relativt sjeldent kom frem i de analyserte samtaler. En grunn til dette kan være at testing av årsaker kan være en kompleks prosess som normalt bør basere seg på et fungerende oppsett, gode observasjoner og mønstre, og relevant teori.

Som sagt over var det relativt få samtaler som inneholdt en eksplisitt vurdering eller test av forslag knyttet til årsaker. I de tilfellene hvor testing og vurdering av årsaker ble gjennomført, så vi at elevene testet forslag til teori opp imot observasjonene de hadde gjort tidligere. Deretter gjorde elevene en vurdering på om teorien var gjeldene knyttet opp mot disse observasjonene. Vi mener at disse samtaler kan karakteriseres som en fullstendig kritisk tankegang. Grunnen til dette er at elevene eksplisitt tester og vurderer det de tror kan være årsakene til at el-motoren roterte. Utdraget om årsaker i kapittel 4.3.2 viser nettopp at en slik vurdering foregår. Vi mener dette fordi elevene forkaster sitt første forslag på grunn av observasjonene de gjorde, og leter derfor etter andre teorier som kan årsaksforklare fenomenet. En annen grunn til at denne typen

samtaler kan karakteriseres som en fullstendig kritisk tankegang er at elevene i forkant av testen begrunner forslag som blir lagt frem. Disse begrunnelsene står sentralt i vurderingssituasjonen og er med på å enten bekrefte eller forkaste forslag til årsaker. Vi kan derfor si at begrunnelsene ga grunnlag for å teste forslagene.

5.1.6 Karakterisering av kritisk tenkning i samtaler som samspiller mellom alle fasene

Vi fant at elevene i mange av de analyserte samtalene brukte samspillet mellom de ulike fasene i eksperimentet. Elevene brukte informasjon fra noen faser til å diskutere, og få klarhet, i forslag som dukket opp i andre faser. I noen av situasjonene så vi at elevene hadde registreingsfokuserede samtaler når det var et samspill mellom fasene. Vi mener at situasjonene knyttet til disse samtalene var så oversiktlige at elevene ikke så det nødvendig å begrunne og vurdere forslagene de kom med. Vi mener også at dette samspillet kan være en indikasjon på at elevene klarte å se sammenhenger mellom de ulike fasene i eksperimentet. Dette er knyttet opp mot å kunne finne en løsning på hovedutfordringen i eksperimentet, hvor de skal finne ut hvilke komponenter som påvirker rotasjonsfarten.

Det fantes også situasjoner hvor samspillet mellom noen faser ga elevene rom for å vurdere forslag som ble gitt i andre faser. I det siste utdraget i kapittel 4.3.3 så vi at elevene knyttet sammen informasjon om hvordan utstyret fungerte, hva slags observasjoner de hadde gjort, og hvilke mønstre disse ga. Denne informasjonen la de til grunn for å vurdere forslag til årsaker. Vi mener at denne typen samtaler kjennetegnes som en utforskning for å komme frem til løsningen på hovedutfordringen i det eksperimentelle arbeidet. Denne utforskningen kan føre til at elevene bruker kritisk tenkning som en helhet til å finne løsningen på hovedutfordringen i det eksperimentelle arbeidet. Vi definerer derfor helhetlige kritiske tenkning som det utforskende samspillet mellom faser. Dette er fordi eksperimentet baserer seg på et eksperimentoppsett, observasjoner, mønstre og teori. Normalt sett burde elevene da bruke kritisk tenkning i det utforskende samspillet mellom disse fasene, for å kunne gi et forslag til løsning på hovedutfordringen. Det at slike utforskende oppgaver stimulerer elevene til å tenke kritisk støttes av Kolstø (2020), som refererer til flere studier som dokumenter at elevers kritiske tenkning kan påvirkes positivt ved å bruke utforskende undervisning i naturvitenskapelige fag. En annen studie av Hand et al. (2018) sier at det å bruke utforskende arbeid over tid i undervisningen vil føre til at elever blir bedre til å tenke kritisk. På grunn av dette er det

grunnlag til å tro at den kritiske tenkningen hos elevene utvikles i situasjoner hvor elevene arbeider i et utforskende eksperiment. Derfor kan det utforskende samspillet mellom de ulike fasene, i de analyserte samtalene, karakteriseres som elevenes helhetlige kritiske tenkning.

5.2 En kollektivt praktiserende kritisk tankegang i lys av Bailin og Battersby

Bailin og Battersby (2010) mener kjernen i kritisk tenkning innenfor en utforskende praksis er et sosialt fellesskap med et felles mål om å tilegne seg ny kunnskap innenfor et vitenskapelig fagfelt. Dette fellesskapet baserer seg på å nå disse målene med fordomsfrie vurderinger av hvilke argumenter som er holdbare og hvilke konklusjoner de støtter. De mener med det at den kritiske dyden må være til stede hos deltagerne som arbeider innenfor en slik kollektiv praktisering av kritisk tenkning. Disse dydene er blant annet å ha et åpent sinn, ha respekt for andres innspill og synspunkter og å kunne komme med konstruktiv kritikk. Bailin og Battersby (2010) mener altså at kritisk tenkning kan defineres ved at en gruppe mennesker med et felles mål, bruker hverandres argumenter og innspill til å komme nærmere det målet. Mercer (1999) deler Bailin og Battersby (2010) sitt synspunkt om at kritisk tenkning og utforskning kan være en praksis mellom to eller flere parter. Han mener at kritisk tenkning oppstår ved at disse partene deler ideer, forholder seg kritiske, og konstruktive til hverandres ideer. Dette kaller Mercer (1999) for «exploratory talk», altså utforskende snakk. Her kan forslag og argumenter gå gjennom en samlet vurdering fra partene involvert i samtalen. Disse forslagene kan da bekreftes eller avkreftes slik at alternative hypoteser kan bli dannet. Disse to teoriene kan ses på som et alternativ til Dewey (1910) som sier at elevene burde innta fem konkrete dimensjoner, i situasjoner som krever det, for at den utforskende prosessen skal bli utført ved bruk av kritisk tenkning. I tillegg er Dewey (1910) sine dimensjoner basert på en kritisk tankegang hos enkeltmennesker, mens Bailin og Battersby (2016) mener at kritisk tenkning forekommer i en utforskende praksis mellom flere individer.

Vi mener at elevene som deltar i vår utforskende eksperimentelle oppgave diskuterer relativt mye med utgangspunkt i hverandres forslag og begrunnelser. Dette for å komme videre i prosessen med den utforskende arbeidsoppgaven. I kapittel 5.1.1 har vi definert denne prosessen som en kollektiv praktisering av kritisk tenkning. I de analyserte samtalene ser vi relativt mye til at det er to eller flere elever i gruppen som støter på en utfordring. Denne utfordringen blir diskutert gjerne ved at elevene i gruppene utdyrer eller korrigerer hverandres

innspill. Derfor mener vi at elevene bruker en kollektiv praktisering av kritisk tenkning gjennomgående i oppgaven. Dette kan knyttes opp mot på Bailin og Battersby (2010) sin definisjon av kritisk tenkning i en utforskende oppgave. Det er derimot ikke like lett å undersøke de kritiske dydene er til stede hos elevene, noe som Bailin og Battersby (2016) mener er viktig for at man skal kunne tenke kritisk i et felleskap.

Bailin og Battersby (2016) legger nevner ikke vurdering som en spesifikk del av den kritiske tenkningen slik Dewey (1910) gjør. Derimot tolker vi Bailin og Battersby (2016) sin teori som at det kan ligge implisitte vurderinger knyttet til argumenter og resonnementer, som uttrykkes mellom partene i det utforskende arbeidet.

Vi så fra de analyserte samtaler at elevene blant annet uttrykte nye forslag knyttet til arbeidet deres. Disse forslagene ble gjerne kommentert av andre elever på gruppen. Det var relativt lite innspill hvor man ser eksplisitte vurderinger av forslagene som blir lagt frem. Derimot kan det diskuteres om elevene implisitt vurderte hverandres forslag. Selv om de ikke testet eller vurderte forslagene basert på eksterne kilder slik som vurderingskategorien er definert, var det en gjennomgående trend hvor elevene vurderte hverandres forslag underveis. På grunn av dette kan det derfor argumenteres for at elevene i større grad enn vi trodde gjorde løpende vurderinger rundt de forslagene som ble uttrykt i eksperimentet. Dette argumentet støttes av Fisher (2011) som mener at de fleste argumenter ikke begrunnes fullt ut ettersom det ligger gjemte antagelser i argumentet som ikke blir eksplisitt uttalt. Grunnen til dette er at konteksten for utforskningen ofte gir mye informasjon i seg selv. Derfor er det slik at deltagerne i utforskningen ikke trenger å føle et behov for å uttrykke alle begrunnelser og vurderinger eksplisitt. Derfor er det viktig å også se på de implisitte antagelsene som kan knyttes til kontekst når man undersøker elevenes kollektive praktisering av kritiske tenkning.

5.3 Samtaler i lys av Dewey sine dimensjoner innenfor kritisk tenkning

I dette delkapittelet skal vi diskutere karakteriseringer og funn i lys av Dewey (1910) sine dimensjoner innenfor kritisk tenkning. Vi vil belyse dimensjonene som er treffende for de registrerings- og begrunningsfokuserede samtalerne, og se på hva dette betyr for elevenes kritiske tenkning. I tillegg vil vi se på samtaler hvor alle dimensjonene blir eksplisitt uttrykt i form av elevinnspill, og diskutere hvorfor disse samtalerne kan ses på som en fullstendig kritisk tankegang.

5.3.1 Registreringsfokuserede samtaler i lys av Dewey

Dewey (1910) mener at et trent sinn selv må vurdere til hvilken grad man tar for seg dimensjonene i en fullstendig kritisk tankegang. Hvis det er slik at det trente sinn ikke ser behovet for å gå igjennom alle dimensjonene i den gitte kontekst, så hopper man heller over disse dimensjonene (Dewey, 1910). Man kan derfor si at det trente sinn, eller det vi kaller for en kritisk tenker, selv må vurdere hvilke dimensjoner som er nødvendige å være innom for å få tilstrekkelig med kunnskap knyttet til situasjonen. Det kan derfor tenkes at elevene i de registreringsfokuserede samtaler implisitt vurderte utfordringen de stod i, og så utfordringen som ferdig utforsket. Det vil si at elevene i disse samtaler implisitt vurderte om de måtte innom alle de ulike dimensjonene til Dewey (1910) eller ikke. På denne måten vil vi si at de registreringsfokuserede samtaler kan karakteriseres som en fullstendig kritisk tankegang. Dette fordi elevene ikke så det nødvendig å være innom alle dimensjonene for å få et tilfredsstillende svar på utfordringen. Dette kan støttes med Dewey (1910) som sier at en kritisk tenker selv skal være klar over hvilke utfordringer som trenger begrunnelser og vurderinger. Om elevene hadde utviklet sin kritiske tankegang så mye at de selv så disse behovene, kan være vanskelig å svare på. Vi så at elevene i relativ stor grad hadde registreringsfokuserede samtaler da de var i fasene eksperimentoppsett og observasjoner. En mulig grunn til dette kan være at utfordringene i disse fasene var preget av mindre kompleksitet enn i mønstre og årsaker. Derfor kan det tenkes at elevene ikke så det nødvendig å utforske disse utfordringene videre. Vi så også at registreringsfokuserede samtaler var relativt mye av i fasen mønstre. En mulig grunn til dette kan være at observasjonene de gjorde stemte overens med hva elevene forventet. En annen mulig grunn til dette kan være at utfordringer knyttet til mønstre var så komplekse at elevene ikke hadde støtte nok til å utforske dem videre.

Dewey (1910) hevder at forskjellen på om en slutning er basert på kritisk tenkning eller tilfeldig gjetning avhenger av om søken etter detaljer, som kontekstualiserer utfordringen, finner sted eller ikke. Det kan derfor være grunn til å tenke at de registreringsfokuserede samtaler inneholder kritisk tenkning hvis elevene var beviste på, og søkte etter, hvilke detaljer som var relevante for utfordringen før de ga et forslag. Vi så at elevene i noen tilfeller eksplisitt søkte etter slike detaljer før de kom med et forslag. I andre tilfeller så vi at de ga et forslag uten å lete etter relevante detaljer i forkant. Vi kan derfor si at elevene i noen av de registreringsfokuserede samtaler fant frem til viktige detaljer i utfordringens kontekst. Dette kunne ha gitt dem nok grunnlag for å se på forslaget som gyldig, og kunne derfor utforskes videre.

Dewey (1910) sier at en viktig egenskap hos en god tenker er å dyrke frem varierte og alternative forslag. På denne måten kan den gode tenkeren lete seg frem til det som kan være det beste forslaget til en mulig løsning på utfordringen. Når elevene hadde registreingsfokuserede samtaler, kom de med forslag fortløpende. Dette mener vi gjør at elevene sparte tid på utfordringer som var enkle å løse, og ga dem mer tid på utforskning knyttet til mer komplekse utfordringer. Samtidig kan det være at elevene i disse registreringsfokuserede samtalene gjorde en implisitt kollektiv vurdering av alle forslagene som ble lagt frem, slik at de kunne komme frem til et godt forslag til løsning på utfordringen.

5.3.2 Begrunningsfokuserede samtaler i lys av Dewey

Når elevene hadde begrunningsfokuserede samtaler så vi at de utdypet forslag med begrunnelser for hvorfor forslaget deres kunne være gyldig eller ikke. Dette kan ses i sammenheng med Dewey (1910) som mener at man gjennom begrunnelser kan komme frem til relevante forslag, som videre blir klare for å vurderes gjennom testing. Disse begrunnelsene fremhever de ulike grunnene til at forslagene er relevante for utfordringen. I de analyserte samtalene så vi at det spesielt i fasen årsaker var mange forslag med tilhørende begrunnelser. Ettersom forslag i årsaksfasen belyser fenomenene elevene undersøkte, kan det være at de følte et større behov for å teste om årsaksforslagene deres kunne være gyldige. Vi så relativt lite av ekstern testing i denne fasen. Som nevnt tidligere i kapitlet kan dette skyldes at testing av årsaker krever at man ser sammenhengen mellom eksperimentoppsett, observasjoner, mønstre og teori, og at testing derfor blir komplisert. Derimot kan det tenkes at elevene testet forslagene opp imot kunnskapen til de andre elevene på gruppen. Dette er tester vi ikke har fanget opp i analysen, men som har blitt diskutert i lys av Bailin og Battersby (2016) i sammenheng med vår definisjon av kollektiv kritisk tenkning. Vi mener derfor at elevene også i de begrunningsfokuserede samtalene viste en form for vurderingsevne som betyr at de har en form for fullstendig kritisk tankegang her.

5.3.3 Samtaler som viser eksplisitt en fullstendig kritisk tankegang i lys av Dewey

Som nevnt i oppsummering av funn var mange av de analyserte samtalene registreingsfokuserede eller begrunningsfokuserede. Derimot så vi også noen samtaler hvor elevene eksplisitt vurderte de forslagene de kom med. Disse samtalene har vi definert som en fullstendig kritisk tankegang.

Innenfor eksperimentoppsettfasen så vi noen tilfeller hvor elevene kom med begrunnede forslag om hvordan de skulle sette sammen el-motoren. I disse tilfellene ble også forslagene testet ut i den forstand at de satt utstyret sammen, slik de fikk testet ut el-motoren, for å se om eksperimentoppsettet fungerte. Sett i lys av Dewey (1910) kan vi si at disse samtaler gir uttrykk for gruppens fullstendige kritiske tankegang. Grunnen til dette er at elevene her var eksplisitt innom alle fem dimensjonene til Dewey (1910).

Innenfor observasjonsfasen så vi kun ett tilfelle for hver gruppe hvor elevene innledet til testing av observasjonene de fikk. Disse testene var knyttet til at elevene ikke var tilfreds med de målingene de fikk på displayene. Derfor ble det uttrykt et ønske om å teste igjen for å få klarhet i om observasjonene de allerede hadde fått kunne stemme. I slike typer analyserte samtaler så vi en eksplisitt utøvelse av begrunnelser og vurderinger av forslag, i tillegg til de andre dimensjonene til Dewey (1910). Vi mener derfor at elevene utøvde en fullstendig kritisk tankegang. Siden vårt eksperimentelle arbeid i hovedsak baserte seg på målinger knyttet til rotasjonsfart, kan det tenkes at det ikke dukket opp så mange elevinnspill som uttrykte forslag med begrunnelser og testing. Dette kan være en grunn til at vi ikke ser mye av den fullstendig kritiske tankegangen eksplisitt i de analyserte samtaler.

Elevene har også innenfor mønsterfasen noen samtaler som eksplisitt kan knyttes til kritisk tenkning i lys av Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning. Vi så at elevene utforsket hvilke likheter og forskjeller som finnes i observasjonene, og at de så etter sammenhenger mellom hva de observerte og hvordan komponentene virket. I de analyserte samtaler så vi også at elevene uttrykte at de ville teste. Dette ved å gjøre nye observasjoner for å bekrefte eller avkrefte det mønsteret som ble foreslått i samtaler. Det er her en klar rød tråd fra en utfordring, knyttet til mønstre i observasjoner, frem til en uttesting av de mønstrene de foreslo. Elevene var i disse samtaler derfor innom alle Dewey (1910) sine dimensjoner innenfor kritisk tenkning. Derfor mener vi at slike typer analyserte samtaler kan ses på som en fullstendig kritisk tankegang.

I årsaksfasen så vi noen tilfeller hvor elevene ga forslag til hvilke teorier som kunne forklare hvorfor el-motoren gikk rundt. Disse teoriene ble blant annet begrunnet ved å vise til el-motoren, og hvordan dens enkeltkomponenter ville påvirke rotasjonen. I de tilfellene de testet årsaksforslagene så vi at elevene gjerne brukte observasjoner til å vurdere om teoriene kunne stemme eller ikke. Vi så også en del tilfeller hvor de testet sin egen kunnskap om teori opp imot

det som sto i læreboka. Ved samtaler som inneholdt alt fra en utfordring knyttet til rotasjonsårsak til en testing av årsaksforslag, så vi eksplisitt bruk av de fem dimensjonene innenfor kritisk tenkning i samtaler. I lys av Dewey (1910) kan vi si at disse samtaler også kjennetegnes som en fullstendig kritisk tankegang.

En mulig grunn til at de analyserte samtaler eksplisitt ga uttrykk for en fullstendig kritisk tankegang, kan være at de i deler av opplegget ble bedt om å diskutere med de andre på gruppen. Det kan derfor være at elevene i disse situasjonene ble stimulert til å ha en fullstendig kritisk tankegang. Vi så også at den fullstendige kritiske tankegangen oppsto i samtaler mellom to eller flere elever som bidro med kritiske spørsmål og faglig kunnskap. Det kan derfor tenkes at den fullstendige kritiske tankegangen oppstår når to eller flere faglig jevnbyrdige elever får muligheten til å utforske sammen. En annen ting vi la merke til var at samtaler knyttet til utarbeiding av presentasjonen hadde relativt sett flere innslag av forklaringer og vurderinger enn tidligere i oppgaven. Det kan bety at elevene stimuleres til en fullstendig kritisk tankegang når de har et felles ansvar om å produsere gode resultater for sin egen forskning.

5.4 Kritisk tenkning i samtaler med samspill mellom Duschl sine fire faser

Elevene i de analyserte samtaler arbeidet med en oppgave som baserte seg på et utforskende eksperiment. Derfor mener vi det kan være nyttig å diskutere kritisk tenkning i lys av nettopp en slik type oppgave. Som sagt i kapittel 2.4.2 mener Andersen, Kurht og Palincsar (1995, sitert i Duschl, 2003) at et godt problemløsningsrom består av fire faser. Disse fasene er: teknikker, observasjoner, mønstre og forklaringer.

Hvordan kan disse fasene knyttes til elevenes kritiske tenkning i de analyserte samtaler? Vi erfarte at elevene som deltok i vår eksperimentelle oppgave blant annet brukte samspillet mellom de ulike utforskende fasene. Det kan derfor argumenteres for at elevene brukte informasjon fra de ulike fasene aktivt i søken etter ny informasjon i andre faser. Ifølge Dewey (1910) er det viktig å utforske mange aspekter knyttet til en situasjon før man kan utvikle mønstre og forklaringer. Dette samspillet mellom fasene er et godt eksempel på en slik utforskning. Elevene brukte erfaringer og kunnskap hentet fra de ulike fasene til å støtte opp om en generell forklaringsmodell om hvordan el-motoren fungerte. Vi mener derfor at kritisk tenkning ikke kun kan ses på isolert i de ulike fasene, men må også ses i en sammenheng mellom alle fasene. Ved å bruke erfaringer knyttet til hvordan eksperimentutstyret fungerte, hvilke

observasjoner de gjorde og hvilke mønstre de så, prøvde elevene å gi forklaringer på hvordan el-motoren fungerte. Ennis (1996) sier at kritisk tenkning er en prosess hvor reflekterende tankegang står i fokus. Vi mener derfor at dette samspillet mellom fasene kan ha gitt elevene rom til å reflektere og vurdere om informasjon, som ble funnet i de ulike fasene, kunne brukes til å forklare el-motorens rotasjon. Dette kan også knyttes opp til det Hitchcock (2020) sier om «constructive critical thinking», hvor elevene løser et spesifikt problem gjennom å bruke kritisk tenkning. Grunnen til dette er at vi mener at elevene i vårt utvalg klarte å sortere forslag og argumenter, og vurderte deres relevans til en forklaring av hva som påvirket el-motorens rotasjon.

Duschl (2003) mener at det er viktig å se på samspillet mellom de fire fasene når man driver med et utforskende eksperiment. Grunnen til dette er man i dette samspillet kan svare på spørsmål knyttet til en helhetlig forståelse av utfordringen man står ovenfor. På denne måten mener Duschl (2003) at man da kan bygge kunnskap innenfor vitenskap på en objektiv og rasjonell måte. Vi mener på bakgrunn av dette at elevene i de analyserte samtalene, hvor samspillet mellom fasene kommer frem, kan ses på som en helhetlig kritisk tenkning. Dette fordi vi mener at elevene måtte bruke de fire fasene på en objektiv og rasjonell måte ved å reflektere og vurdere sammenhenger i samspillet mellom fasene. Her var målet til elevene å bruke kritisk tenkning til å løse en hovedutfordring de står ovenfor i eksperimentet. En helhetlig kritisk tenkning skiller seg derfor fra det vi tidligere har kalt en fullstendig kritisk tankegang. Grunnen til dette er at en fullstendig kritisk tankegang kan foregå innenfor hver enkelt fase, mens den helhetlige kritiske tenkningen må basere seg på samspillet mellom fasene.

5.5 Styrker og svakheter

Vår masteroppgave har basert seg på en kvalitativ innholdsanalyse som prøver å kartlegge hva som kjennetegner elevers kritiske tenkning i et utforskende eksperimentelt arbeid. Ved bruk av denne metoden har vi fått god innsikt i hvordan to grupper med fysikkelever snakker sammen om oppgaven. En styrke med analysen er at vi har samlet inn data og transkribert datamaterialet på egenhånd, noe som gjør at vi har hatt godt kjennskap til kontekster og situasjoner som dukker opp i datamaterialet. En annen styrke er måten materialet ble samlet inn på. Ved å bruke videoopptak har vi fanget opp detaljer som kan ha gitt oss mer informasjon, enn om vi kun hadde brukt båndopptaker. Disse detaljene har vært nyttig å inkludere i datamaterialet slik at vi

har fått et helhetlig bilde av situasjonen som beskrives i transkripsjonene. Ved å bruke videoopptak hadde vi også mulighet til å gå tilbake til situasjoner vi var usikre på, og korrigere transkripsjonene slik at de ble mest mulig virkelighetsnære. Dette er med på å øke den interne validiteten til tolkninger av analysematerialet, i den forstand at analysen av data i stor grad blir gjort på situasjoner som stemmer overens med virkeligheten. En svakhet med datamaterialet kan være at elevene ble påvirket av vår tilstedeværelse i klasserommet. Vi er klar over at elever kan endre oppførsel når undervisningen ikke har de samme rammene som den pleier. Det at vi var til stede i undervisningen, og til dels var aktive i den, kan ha påvirket elevenes måte å arbeide på. Det samme kan sies om tilstedeværelsen av mange kameraer og båndopptakere. Dette kan gjøre at elevene føler en annen forventning til prestasjon enn de gjør til vanlig.

Teorien som ble brukt til å utarbeide kategorisystemet baserte seg på Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning og Duschl (2003) sine fire faser i et utforskende problemløsningsarbeid. Dette gjorde til at vi hadde et kategorisystem som gjorde det mulig å sortere en stor variasjon av elevinnspill inn i kategorier som var knyttet til kritisk tenkning. En styrke ved å bruke disse teoriene er at de er basert på konkrete dimensjoner og faser, som enkelt kan brukes for å gi kjennetegn til kritiske elevinnspill. Dette ga oss et kategorisystem som eksplisitt viste hvor elevinnspillene uttrykker kritisk tenkning. En ulempe med å kun anvende disse teoriene i analysen kan være at det ikke dekker alle definisjoner for hva kritisk tenkning er. Et problem var at vi kun fikk innblikk i hva elevene utrykte eksplisitt. Ved rigid bruk av kategorisystemet fanget vi derfor ikke opp implisitte forklaringer eller vurderinger i samtalene. Derimot har vi diskutert disse implisitte detaljene tidligere i dette kapittelet.

Analysen baserte seg kun på to grupper med fire elever i hver gruppe i en fysikk 2 klasse. Derfor er det ikke gitt at funnene fra denne oppgaven gjenspeiler alle andre fysikkklasser i Norge. Dette spesielt med tanke på at skolen vi hospiterte på var kategorisert som en skole med høyt karaktersnitt for å komme inn. Dette kan bety at elevene i denne klassen, i større grad enn andre klasser, hadde gode forutsetninger for å gjennomføre opplegget slik det var ment. Dette kan undersøkes nærmere ved å bruke det samme kategorisystemet og et liknende undervisningsopplegg på en annen gruppe fysikkelever. Dette vil være verdifullt for å øke case-to-case generaliserbarheten til funnene våre, noe som kan gi grunnlag for å anvende Dewey (1910) og Duschl (2003) sine teorier videre i kartleggingen av elevers kritiske tenkning i fysikkfaget. Vi mener funnene våre viser at Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning er anvendbare i et utforskende eksperiment som kan knyttes til Duschl (2003)

fire praksiser. På denne måten kan vi si at vi har nyansert Dewey (1910) sine dimensjoner, slik at de også passer inn for å se på kritisk tenkning i et utforskende arbeid. Dette mener vi styrker den analytiske generaliserbarheten til funnene våre.

5.6 Mulige konsekvenser og veien videre for fysikkundervisning

Funnene i denne oppgaven kan gi kjennetegn til hvordan elevene tenker kritisk under et utforskende eksperimentelt arbeid. Fagfornyelsen sier at fysikkfaget skal bidra til at elevene utvikler en vitenskapelig og kritisk tenkemåte, og at de får mulighet til å reflektere rundt hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikles (Utdanningsdirektoratet, 2021). Det er derfor viktig at fysikklærere legger opp til undervisning som stimulerer elevene til kritisk tenkning. Denne masteroppgaven kan brukes av fysikklærere til å få et innblikk i hva som kjennetegner elevenes kritiske tenkning i et utforskende eksperimentelt arbeid. Vi tror at fysikklærere kan kjenne igjen utforskning som foregår gjennom de fire ulike fasene til Duschl (2003) for et eksperimentelt arbeid. Hvis dette er tilfellet, vil en fysikklærer kunne velge å anvende disse funnene i egen praksis. Dette ved å veilede elevene til å bruke kritisk tenkning i de ulike fasene etter Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning. Det er viktig at læreren som vil bruke funnene, må ta i betraktning at funnene baserer seg på vårt undervisningsopplegg og elevutvalg. Dette betyr at det ikke er gitt at funnene vil være overførbare til alle undervisningskontekster.

Hvor mye vekt som legges på utforskende eksperimentelt arbeid, hvor fremgangsmåten preges av kritisk tenkning, kan variere fra klasse til klasse og fra skole til skole. Elevutvalget i denne oppgaven hadde ifølge faglærer lite erfaring med utforskende oppgaver. Bailin et al. (1999) mener at dydene man finner innenfor kritisk tenkning kan beskrives som «habits of mind». Det betyr at kritisk tenkning ikke kan læres på en dag, men må innarbeides over tid slik at måten å tenke kritisk på blir en del av ens generelle tankesett. Dette støttes også av Dewey (1910) som mener at man utvikler seg vaner knyttet til hvordan man tenker kritisk. Disse vanene tilegner man seg gjennom å møte på situasjoner hvor man må reflektere og teste for å utvikle sin forståelse.

For at kritisk tenkning skal kunne innarbeides hos elevene kan det være nødvendig å bruke rammer og støttestrukturer. Knain og Kolstø (2019) legger, som sagt i kapittel 2.5, vekt på at støttestrukturer er viktige når elevene er i en undervisningsform de ikke er kjent med. De sier

at det å bruke støttestrukturer er spesielt viktig når de ikke har jobbet med utforskende oppgaver tidligere. Uten støttestrukturer kan elevene prøve å løse oppgaven på en måte de kjenner fra før, som ikke kjennetegnes som utforskning. De nevner også at rammene for et undervisningsopplegg gir elevene innblikk i hvordan de skal arbeide med oppgaven, hva sluttproduktet skal inneholde, og hvilke vurderinger som bør finnes i prosessen.

Vi brukte flere støttestrukturer i undervisningsopplegget. Blant annet så brukte vi en støttestruktur hvor elevene skulle tegne el-motoren og de fenomenene som drev el-motoren rundt. Dette gjorde vi for å gjøre hver enkelt elev bevisst på sine egne tanker knyttet til utfordringen de møtte. Vi tenkte at en bevisstgjøring på disse tankene ville bidra til rikere diskusjoner i etterkant. Vi så at disse diskusjonene stimulerte elevene til utforskning hvor de begrunnet og vurderte forslag som ble lagt frem. Derfor mener vi at en slik støttestruktur kan hjelpe elevene med å tenke kritisk.

Vi lagde også støttestrukturer hvor vi skrev opp noen instruksjoner underveis i undervisningen om hvordan elevene burde forholde seg til en utforskende oppgave. I tillegg la vi vekt på hva slags diskusjonsmiljø de burde ha i gruppen. Vi tenkte at noen få og tydelige punkter ville være overkommelig å forholde seg til for elevene. Abrami (2008) snakker om samtaler, mellom lærere og elever, som handler om hva som kjennetegner kritisk tenkning, og hvordan elevene skal utøve kritisk tenkning. Han sier at disse er effektive for å innarbeide kritisk tenkende ferdigheter hos elevene. Abrami (2008) fant også at den metoden som gir best effekt på elevenes kritiske tenkning er at elevene kombinerer samtaler om kritiske ferdigheter med eksplisitt anvendelse av kritisk tenkning. Han fant også at elevene underveis i den eksplisitte anvendelsen burde diskutere hvor de tenkte kritisk, da dette ga noe effekt på elevenes tilegnelse av kritisk tenkende ferdigheter. Derfor kan det være fordelaktig at lærer adresserer og eksplisitt løfter frem til diskusjon av elevinnspill som inneholder kritisk tenkning. Dette har vi ikke gjort i vår studie, men kan være en god støtte for videre undervisning knyttet til kritisk tenkning.

Til slutt brukte vi støttestrukturen forskermøte. I følge Knain og Kolstø (2019) er dette et møte hvor flere forskergrupper går sammen for å diskutere fagbegreper knyttet til forskningsprosessen deres. Ved hjelp av forskermøtet får elevene mulighet til å forstå hvor de står i prosjektets rammer, i tillegg til å øve på den vitenskapelige norm. Elevene i vårt utvalg fikk gå i forskermøter i siste del av opplegget, for å diskutere funnene deres med andre grupper. Ved hjelp av forskermøtet fikk elevene mulighet til å vurdere andres arbeid og se sitt eget arbeid

i et nytt lys. Forberedelsene til forskermøtene kan også ha stimulert elevene til å kritisk vurdere og begrunne sitt eget arbeid. En mulig grunn til dette kan være at elevene er oppmerksom på at de skal legge frem gode funn med faglig støtte til de andre forskergruppene.

Støttestrukturene som er nevnt i dette delkapittelet kan være et godt verktøy å bruke for å støtte elevene til å gå inn i kritiske dialoger. Dette støttes av Wass et al. (2011) som sier at støttestrukturer utvikler elevenes kompetanse innenfor ulike undervisningsformer. Han mener også at når elevene ikke har et behov for å lene seg på støttestrukturer, kan man etter hvert fjerne dem. Deretter kan man finne nye støttestrukturer som utvikler andre ferdigheter hos elevene. Derfor kan vi si at støttestrukturer for å hjelpe elevene med kritisk tenkning, kan være nødvendig i ulike situasjoner hvor elevene ikke har erfaring med å anvende kritisk tenkning fra før. Et eksempel på når en støttestruktur kunne bli brukt i vår oppgave, var når elevene skulle teste og vurdere årsaker. Vi så at elevene hadde utfordringer med å bruke det komplekse samspillet mellom informasjon i alle fasene til å utføre slike årsakstester. Her kunne det blitt brukt støttestrukturer som hjalp elevene med å systematisere denne informasjonen. Dette kunne ført til at det hadde blitt lettere for dem å se sammenhengene mellom fasene. Når elevene har utviklet sine kritiske ferdigheter, og kan bruke dem i andre kontekster, kan læreren fjerne støttestrukturene. Grunnen til dette er at man da kan anta at elevene har tilegnet seg holdninger og ferdigheter som må til for å utøve kritisk tenkning i ulike sammenhenger.

6.0 Konklusjon

I denne masteroppgaven har vi utarbeidet et kategorisystem som baserer seg på Dewey (1910) sine fem dimensjoner innenfor kritisk tenkning og Duschl (2003) sine fire faser for utforskende problemløsning. Empirien i oppgaven baserte seg på transkripsjoner fra videoopptak av to grupper i en fysikk 2 klasse som vi fulgte i 8 skoletimer. Elevene deltok i undervisningsøkter som baserte seg på ett utforskende eksperimentelt arbeid. Dette ga oss mulighet til å svare på forskningsspørsmålet «Hva kjennetegner elevenes kritiske tenkning i et utforskende eksperimentelt arbeid?». For å svare på forskningsspørsmålet vil vi oppsummere funnene og karakteriseringene av kritisk tenkning som kom frem i analysen. Dette vil vi gjøre ved å se på elevenes kritiske tenkning i form av kollektiv praktisering, registrerings- og begrunningsfokuserede samtaler, samtaler med en fullstendig kritisk tankegang, og samtaler med en helhetlig kritisk tenkning gjennom samspillet mellom fasene.

Vi fant at elevene gjennom det utforskende arbeidet drev med en kollektiv praktisering av kritisk tenkning. Dette gjorde de ved å spille på hverandres argumenter og refleksjoner. Grunnen til at dette kjennetegnes som kritisk tenkning er at elevene sammen gjennom utforskning vurderer ulike forslag til løsninger på utfordringer. Dette støttes av Bailin og Battersby (2010) som sier at kritisk tenkning kan bli best i et felleskap, og kjennetegnes ved at partene sammen finner de beste argumentene og resonnementene til å finne en løsning på utfordringen.

I den kollektive praktiseringen av kritisk tenkning så vi at elevene blant annet var i registreringsfokuserede samtaler. Dette var samtaler hvor elevene etterspurte detaljer og kom med forslag, men ikke så det nødvendig med videre begrunnelser og vurderinger. Dewey (1910) mener at en kritisk tenker selv må vurdere hvilke dimensjoner innenfor kritisk tenkning som er nødvendig å ta i bruk i ulike situasjoner. Vi mener derfor at elevene implisitt i de registreringsfokuserede samtalerne ikke så det nødvendig å utforske videre. En mulig grunn til dette kan være at situasjonene var så lite komplekse, at elevene fortløpende kunne komme med tilfredsstillende forslag som ikke måtte vurderes i felleskap. Disse samtalerne kan derfor kjennetegnes som at elevene kollektivt praktiserer kritisk tenkning. Dette fordi de sammen vurderte hvilke utfordringer som behøvde begrunnelser og vurderinger.

Det fantes også begrunningsfokuserede samtaler hvor elevene begrunnet forslag som ble lagt frem. Disse samtalerne var spesielt knyttet til forslag i årsaksfasen. Her så vi at elevene begrunnet forslag til hva som påvirket el-motorens rotasjon. Dewey (1910) mener at begrunnelser klargjør forslag for videre testing. Det kan derfor være at elevene i de analyserte samtalerne gjorde nettopp dette når de begrunnet årsakene. Hvis vi ser på disse samtalerne som en kollektiv praktisering av kritisk tenkning, kan vi også si at elevene brukte medelevene på gruppen til å vurdere forslag og begrunnelser som kom frem. Derfor kan vi si at disse begrunningsfokuserede samtalerne kan kjennetegnes som en kollektiv praktisering av kritisk tenkning.

Vi fant også i de analyserte samtalerne at elevene hadde en fullstendig kritisk tankegang i en kollektiv praktiserende prosess. I disse samtalerne uttrykte elevene eksplisitt detaljorientering, forslag, begrunnelser og vurderinger knyttet til utfordringene de sto ovenfor. Ifølge Dewey (1910) må elevene i utfordringer som krever det, innom alle hans fem dimensjoner innenfor

kritisk tenkning. Derfor kan vi si at slike samtaler kan kjennetegnes som en fullstendig kritisk tankegang.

Det var også i de analyserte samtalene et samspill mellom Duschl (2003) sine fire faser innenfor et utforskende eksperimentelt arbeid. I dette samspillet kunne elevene se sammenhengen mellom informasjon og detaljer de fant i de ulike fasene. Duschl (2003) mener at man i et utforskende eksperimentelt arbeid må kunne bruke samspillet mellom fasene. Dette for å svare kritisk på relevante spørsmål knyttet til den helhetlige problemløsningen av hovedutfordringen i eksperimentet. Derfor mener vi at slike elevsamtaler kan kjennetegnes som en kollektiv praktisering av helhetlig kritisk tenkning.

Vi kan konkludere med at kritisk tenkning i de analyserte samtalene kan kjennetegnes på flere måter. Disse kjennetegnene kan fysikklærere ta med seg videre i sin praksis, for å undersøke hvor elevene i deres undervisning bruker kritisk tenkning, og eventuelt hvor de trenger mer oppfølging.

Referanser

- Abrami, P. C., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Wade, A., Surkes, M. A., Tamim, R., & Zhang, D. (2008). Instructional Interventions Affecting Critical Thinking Skills and Dispositions: A Stage 1 Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 78(4), 1102-1134. <https://doi.org/10.3102/0034654308326084>
- Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science*, 333(6046), 1096-1097.
- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, K., Ellen, Kolstø, D., Stein, Persson, J., & Renstrøm, R. (2019). *Fysikkdidaktikk (2 ed.)*. Cappelen Damm AS.
- Bailin, S., & Battersby, M. (2016). Fostering the Virtues of Inquiry. *Topoi*, 35(2), 367-374. <https://doi.org/10.1007/s11245-015-9307-6>
- Bailin, S., Case, R., Coombs, J., & Daniels, L. (2010). Conceptualizing Critical Thinking. *Journal of Curriculum Studies*, 31, 285-302. <https://doi.org/10.1080/002202799183133>
- Bailin, S., Case, R., Coombs, J. R., & Daniels, L. B. (1999). Common Misconceptions of Critical Thinking. *Journal of curriculum studies*, 31(3), 269-283. <https://doi.org/10.1080/002202799183124>
- Chase, A., Clancy, H., Lachance, R., Mathison, B., Chiu, M., & Weaver, G. (2016). Improving critical thinking via authenticity: The CASPiE research experience in a military academy chemistry course. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 18. <https://doi.org/10.1039/C6RP00171H>
- Dewey, J. (1910). *How we think*. D.C. Heath & Co.
- Duschl, R. (2003). *The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education*. Kluwer Academic Publishers.
- Ennis, R., H. (1996). Critical thinking dispositions: Their nature and assessability. *Informal Logic*, 18(2), 165-182.
- Eren, C. D., & Akinoglu, O. (2013). Effect of problem-based learning (PBL) on critical thinking disposition in science education. *The Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE)*, 14(3A), 1353-1361.
- Facione, P. (2015). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Insight Assessment.

- Firestone, W. A. (1987). Meaning in Method: The Rhetoric of Quantitative and Qualitative Research. *Educational researcher*, 16(7), 16-21. <https://doi.org/10.3102/0013189X016007016>
- Firestone, W. A. (1993). Alternative Arguments for Generalizing From Data as Applied to Qualitative Research. *Educational Researcher*, 22(4), 16-23. <https://doi.org/10.3102/0013189X022004016>
- Foster, J. S., & Lemus, J. D. (2015). Developing the critical thinking skills of astrobiology students through creative and scientific inquiry. *Astrobiology*, 15(1), 89-99. <https://doi.org/10.1089/ast.2014.1219>
- Gupta, T., Burke, K. A., Mehta, A., & Greenbowe, T. J. (2015). Impact of Guided-Inquiry-Based Instruction with a Writing and Reflection Emphasis on Chemistry Students' Critical Thinking Abilities. *Journal of Chemical Education*, 92(1), 32-38. <https://doi.org/10.1021/ed500059r>
- Hand, B., Shelley, M. C., Laugerman, M., Fostvedt, L., & Therrien, W. (2018). Improving critical thinking growth for disadvantaged groups within elementary school science: A randomized controlled trial using the Science Writing Heuristic approach. *Science education (Salem, Mass.)*, 102(4), 693-710. <https://doi.org/10.1002/sce.21341>
- Herreid, C. F. (2004). Can Case Studies Be Used to Teach Critical Thinking? *Journal of College Science Teaching*, 33(6), 12-14.
- Hitchcock, D. (2020). *Critical Thinking (Fall 2020 ed.)*. Metaphysics Research Lab, Stanford University
- Hsieh, H.-F., & Shannon, S. E. (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qual Health Res*, 15(9), 1277-1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (2019). *Elever som forskere i naturfag (2. utgave. ed.)*. Universitetsforlaget.
- Kolstø, S. D. (2020). Teaching Robust Argumentation Informed by the Nature of Science to Support Social Justice. Experiences from two Projects in Lower Secondary Schools in Norway. In H. A. Yacoubian & L. Hanson (Eds.), *Nature of Science for Social Justice (1 ed., pp. 177-199)*. Springer International Publishing.

- Lydersen, S. (2018). Cohens kappa - et mål på samsvar mellom observatører. *Tidsskriftet for Den Norske Legeforening*, 5, 1-3. <https://doi.org/10.4045/tidsskr.17.0962>
- Mercer, N., Wegerif, R., & Dawes, L. (1999). Children's talk and the development of reasoning in the classroom. *British educational research journal*, 25(1), 95-111.
- Merriam, S. B. (2016). *Qualitative research : a guide to design and implementation* (E. J. Tisdell, Ed. Fourth edition. ed.). Jossey-Bass, a Wiley Brand.
- Moon, J. A. (2008). *Critical Thinking: An Exploration of Theory and Practice*. Routledge.
- Nilssen, V. L. (2012). *Analyse i kvalitative studier : den skrivende forskeren*. Universitetsforl.
- Opplæringslova. (1998). Lov om grunnskolen og den videregående opplæringa (LOV-1998-07-17-61). <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61>
- Quitadamo, I. J., Faiola, C. L., Johnson, J. E., & Kurtz, M. J. (2008). Community-based Inquiry Improves Critical Thinking in General Education Biology. *CBE Life Sci Educ*, 7(3), 327-337. <https://doi.org/10.1187/cbe.07-11-0097>
- Ratcliffe, J. W. (1983). Notions of Validity in Qualitative Research Methodology. *Science communication*, 5(2), 147-167. <https://doi.org/10.1177/107554708300500201>
- Scheie, E., Halvorsen, L., & Naturfagssenteret. (2018, 11.01.2018). Fremtiden er i klasserommet ditt! - Kritisk tenkning i arbeid med bærekraftig utvikling. Naturfagssenteret. <https://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2250856>
- Stephenson, N., & Sadler-McKnight, N. (2016). Developing critical thinking skills using the science writing heuristic in the chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(1), 72-79.
- Thorsheim, F. (2016). *Erfaringsbasert læring : naturfagdidaktikk*. Fagbokforl.
- Utdanningsdirektoratet. (2021). Fagenes relevans og sentrale verdier. (FYS01-02). Retrieved from <https://www.udir.no/lk20/fys01-02/om-faget/fagets-relevans-og-verdier?curriculum-resources=true>
- Wass, R., Harland, T., & Mercer, A. (2011). Scaffolding critical thinking in the zone of proximal development. *Higher Education Research & Development*, 30(3), 317-328.
- Weber, R. P. (1990). *Basic content analysis* (2nd ed. ed., Vol. 49). SAGE.

ARGUMENT. (2019). Forsiden til Argument. Retrived 20. april 2021 from <https://argument.uib.no>

Vedlegg

Vedlegg 1: Ferdig-kodet transkripsjon

Gruppen reiser seg for å hente utstyr.

E12 To sikkert. Et til magnetene og et til spolen *Snakker om stativene* E3

De ser på pinnen som skal gå gjennom motoren.

E12 Den var jo veldig rett da. E3

E14 Hvis vi skal ha en til da. Vi skulle hatt sånn derre... Sånn derre strikkepinne da? E2

E13 Strikkepinner ja. E3

De bestemmer seg for å bruke trepinner.

E13 Den skal jo gå så raskt som mulig.

L1 Du trenger bare en sånn *Peker på stativet*

E12 Vi trenger en til magneten. E3

L1 Ja men da kan den stå der.

Fortsetter å finne frem utstyr. Finner frem strømkilde, klyper, stativ, ledninger, pinner, fyrstikkesker og teip.

E12 Vi tar ut fyrstikkene ikke sant? E2

Resten av gruppen sier ja.

E14 Det går ikke an å få en større boks enn det? E2

E12 Hva for noe? Det var det jeg tenkte. E3

E13 Vi kan jo teipe dem sammen da. E3

E12 Jeg tenkte sånn *Viser utenfor kamera*

E13 Ja.

E12 Det var jo snakk om at magnetfeltet går sånn og den går sånn. Nei magnetfeltet går sånn og den går sånn og da blir den dyttet rundt. A4

Vedlegg 2: Oppgaven

Del 1 (60 min)

- a. Se på modellen og gjør deg noen tanker om hvorfor el-motoren går rundt.
- b. Sitt alene og lag en enkel 2D-tegning av el-motoren hvor alle deler kommer med. Her er det viktig at du også tegner ned de fysiske fenomenene som gjør at el-motoren går rundt.
- c. Diskuter i gruppen din hvorfor el-motoren går rundt. Her skal dere bruke tegningene dere har laget til å forklare hverandre på gruppen.
- d. Som gruppe skal dere finne ut av hvordan deres el-motor skal bygges. Dere skal også velge to deler av el-motoren dere vil undersøke nærmere for å vurdere delenes effekt på el-motorens rotasjonsfart. Diskuter dere imellom hvorfor dere velger disse delene.

Del 2 (90 min)

- a. Bygg el-motoren deres. Se til at den fungerer sånn som den skal.
- b. Lag forslag til justeringer av de to el-motordelene dere valgte. Finn ut hvordan justeringer av disse delene i el-motoren påvirker rotasjonsfarten. Her har dere en turtallsmåler til rådighet. Resultatene skal dere presentere senere, så det er viktig at dere får tilstrekkelige data som kan vises til andre.

Del 3 (60 min)

- a. Diskuter resultatene i gruppa. Hvordan påvirket justeringene el-motorens rotasjonsfart og hvorfor? Finner dere noen sammenheng mellom endring i komponenter og rotasjonsfarten på el-motoren?
- b. Lag en oversiktlig presentasjon av eksperimentet deres. I presentasjonen må dere ha med hvordan dere har arbeidet med eksperimentet (metode). Hvilke teorier innenfor fysikken dere har brukt (teori), hvilke resultater dere fikk, og hva som kan forklare disse

resultatene. Ta også med feilkilder knyttet til eksperimentet deres (resultat og diskusjon).

Del 4 (30 min)

- a. Gå i forskermøtene deres. Her skal dere presentere eksperimentet deres for to andre grupper. Dere trekker en lapp hvor det står hvilken del av eksperimentet dere skal presentere (metode, teori eller resultat og diskusjon). Presentasjonen skal være på 5 min. Deretter er det 5 min med innspill og spørsmål fra de andre gruppene.

Forskermøteveiledning

Dere vil bli delt inn i større grupper med to andre grupper. Trekk en lapp hvor det står hvilken del av eksperimentet dere skal presentere. Velg selv hvordan dere vil presentere, men tenk på at dere skal presentere et arbeid som ingen andre vet noe om. Under er informasjon om hva dere bør ha med i presentasjonen av den delen dere har trukket:

Metode

- Hvordan dere har gått frem fra starten til slutten av eksperimentet. Ta med begrunnelser.
- Begrunnelse for valg av de delene dere valgt å forske på videre.
- Hvordan dere samlet inn data og hvorfor dere valgte å gjøre det slik.

Teori

- Hva var det dere brukte (innenfor fysikkfaget) til å forklare hvorfor el-motoren går rundt?
- Hvilke teorier brukte dere til å begrunne valg av deler for videre utforskning?
- Brukte dere teorier til å beskrive el-motorens rotasjonsfart ved å justere på de ulike delene? Hvilke teorier var dette?

Resultat og diskusjon

- Hvilke deler valgte dere å forske videre på?
- Hva var resultatene av denne utforskningen? Hva skjedde med rotasjonsfarten når dere justerte på delene dere valgte?
- Hva kan forklare de resultatene dere fikk? Bruk fysikk-kunnskapene deres.
- Finnes det feilkilder i forsøket deres? Diskuter om det finnes andre måter å gjøre eksperimentet på.

Hver gruppe har 5 minutter på å presentere sin del. Deretter er det 5 minutter med spørsmål og diskusjon fra de andre gruppene. Husk å noter dere spørsmål dere lurer på underveis i presentasjonene til de andre gruppene, og kom med konstruktive tilbakemeldinger.

Vil du delta i vår studie?

Argumentasjon i fysikk?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å lære mer om hvordan fysikkelever argumenterer når de arbeider med eksperimenter i fysikk. I dette skrevet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Vi er to fysikkstudenter som skal gjennomføre en studie i form av en masteroppgave. I studien ønsker vi å se på hvordan fysikkelever argumenterer for metoder og løsninger de kommer frem til i arbeid med fysikk eksperimenter. Å argumentere og tenke kritisk er viktig for din egen læring når du jobber med eksperiment i fysikk. Dette er også viktige egenskaper generelt i fysikkfaget, da de hjelper deg å evaluere eget arbeid og å lære av dette. Vi (studentene) vil være involvert i din fysikkklasse i 4-6 skoletimer. Din fysikklærer vil lede timene, mens vi observerer.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Institutt for fysikk og teknologi ved Universitet i Bergen er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Grunnen til at vi spør deg om å delta er at du er fysikkelev ved [REDACTED], og din fysikklærer synes dette studie kan gi lærerike resultater. Deltakere i studien vår vil være de elevene fra din klasse som vil være med.

Hva innebærer det for deg å delta?

- Deltakelsen i studien vil innebære at vi får lov til å observere eller ta lydopptak eller ta videoopptak av gruppene dere jobber i når dere jobber med eksperimentelle fysikkoppgaver. I tillegg vil vi spørre noen av dere om å stille til et intervju i etterkant av timene hvor vi snakker om måten dere jobbet på. Det vil bli tatt opp lyd eller video når vi observerer arbeidet i gruppene til de elevene som samtykker. Ved intervjuene blir det kun tatt opp lyd i tillegg til at vi fører notater.
- Deltagelse i studien endrer ikke din deltagelse i undervisningen. Deltagelse i studien innebærer innsamling av data gjennom videoopptak eller lydopptak og observasjon fra en gruppe du er med i, og denne delen er frivillig.
- Dersom du ikke ønsker å delta i undersøkelsen vil du bli plassert på et annet rom. Her vil du jobbe med de oppgavene som dem andre får utdelt i studien. På denne måten vil du ikke miste relevant undervisning de timene vi observerer og samler inn lyd- og videoopptak. Det er viktig for oss at dere ikke føler at dere må være med på undersøkelsen for å henge med i undervisningen/pensum. Derfor ønsker vi at dere som ikke vil være med på studien også får utdelt oppgavene i studien. Dere vil få tildelt ett eget rom slik at dere ikke blir med i observasjoner, video- og lydopptak i studien.

-
- I masteroppgaven vi skal skrive vil elevene som deltar bli anonymisert. Verken skolen, fysikklærer eller dere elever vil bli nevnt i studien med navn eller andre karakteristika som gjør dere gjenkjennbare.
 - Deltakelse i dette prosjektet vil ikke påvirke lærerens vurdering av din kompetanse i fysikk på noen måte. Igjen vil vi presisere at de elevene som ikke vil delta i prosjektet vil få et eget rom med tilgang på veiledning i de timene vi (studentene) står for.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle personopplysninger vi får om deg (din skole, klasse, fysikklærer, din stemme, videobilde og navn fra opptak) vil da bli slettet innen få dager (når vi har skrevet ned det de andre på opptakene sier). Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Hvis du velger å trekke deg, snakk med din lærer som vil videreformidle dette til oss (studentene). Vi vil da overse din stemme i lydopptak, overse videoopptak hvor du er med og slette alle observasjoner knyttet til deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- De som vil ha tilgang på deres opplysninger er oss (studenter) og vår veileder, professor Stein Dankert Kolstø.
- Vi vil bruke koder som erstatter navnene deres slik at ingen kan identifisere dere i datamaterialet vårt. Denne listen med koder vil lagres adskilt fra lydopptak, videoopptak og andre observasjoner.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som skjer innen 31.12.2021. Ved prosjektslutt vil videoopptak og lydopptak slettes. Det eneste som ikke vil slettes er våre nedskrevne observasjoner og transkripsjoner (lydopptak som er skrevet ned) hvor elevenes navn er anonymisert.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vår bruk av observasjoner og lydopptak der du er med er basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Institutt for fysikk og teknologi ved Universitetet i Bergen har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

- Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:
Institutt for fysikk og teknologi ved Universitetet i Bergen ved professor Stein Dankert Kolstø, e-post: stein.dankert.kolstoe@uib.no, telefon: 55 58 48 39
- Vårt personvernombud ved Universitetet i Bergen: Janecke Helene Veim, telefon 55 58 20 29, e-post Janecke.Veim@uib.no ved Universitetet i Bergen: Janecke Helene Veim, telefon: 55 58 20 29, e-post: Janecke.Veim@uib.no.
- Våre masterstudenter ved Lars Broby Foss, telefon: 99 34 15 04, e-post: lfo013@uib.no og Jonas Andre Brandsøy, telefon: 47 27 90 35, e-post: zih005@uib.no.

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

(Forsker/veileder)
Stein Dankert Kolstø (Veileder)

(Studenter)
Lars Broby Foss (Student)
Jonas Andre Brandsøy (Student)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Kritisk tenkning og argumentasjon i fysikk*, og har fått anledning til å stille spørsmål.

Jeg _____ (fullt navn) samtykker til (kryss av i boksene du samtykker til):

- Å delta i klasseroms observasjoner med lydopptak
- Å delta i klasseroms observasjoner med videoopptak
- Å delta i intervjuer med lydopptak

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)